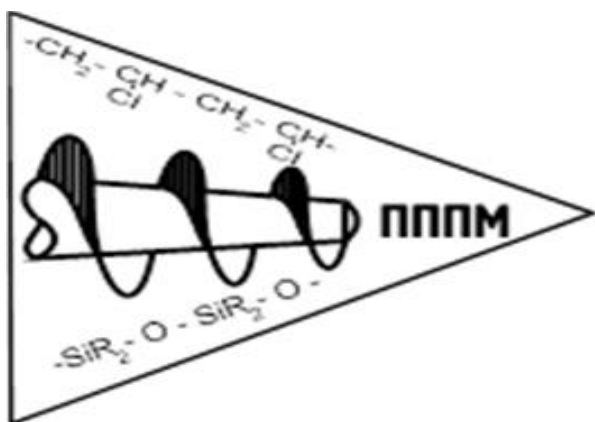


F.B.ASHUROV

”POLIMERLARNI QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASI”



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM
VAZIRLIGI**

BUXORO MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

Dots. F.B.ASHUROV

**”POLIMERLARNI QAYTA ISHLASH
TEXNOLOGIYASI”**

fanidan

O‘QUV QO‘LLANMA

BUXORO-2021

Ushbu O'quv qo'llanma "Polimerlarni qayta ishlash texnologiyasi" fanidan tasdiqlangan dastur asosida yozilgan mavzularni bayon etishda muammoli o'qitish texnologiyasidan foydalanilgan. O'quv qo'llanmada fanning maqsadi vazifalari boshqa fanlar bilan bog'liqlilik darajasi buyum olishning zamonaviy usullari bugungi kundagi inavatsion texnika va texnologiyalardan foydalanilgan. Plastmassalarni qayta ishlash usuli bilan olingan buyumlarga yaxshi dekorativ ishlov berish, pardoqlash va ularni bozorbop qilish, hamda buyumni qaysi sohada qo'llashni texnik-iqtisodiy asoslab berish kerak. Har bir polimerdan qanday buyum yoki mahsulot ishlab chiqarish kerakligini va shu mahsulotga bo'lgan talabni yaxshi o'rganish lozim. Polimerlarni plastmassa, rezina-texnik buyumlar, lok-buyoq va tolalarga qayta ishlashda xom ashyoni yaxshi tanlab olish va buning uchun o'z navbatida bu polimerlarning hossalari, tuzilishini va qayta ishlash jarayonida o'zgarishlarini yaxshi bilish kerak. Plastmassa va rezina-texnik buyumlarini ishlab chiqishda chiqindilar hosil bo'lishi mumkin (ayniqsa, reaktoplastlarda, revulkanizatsiyaga uchragan kauchuklarda), ularni yoqish, suvga tashlash yoki erga ko'mish yaramaydi (masalan, polietilentereftalatdan tayyorlangan idishlarni). Buning uchun har bir korxona o'zining ekologik tadbirini ishlab chiqishi lozim. Bu tadbirlarda chiqindini kamaytirish, uni qayta ishlash, ifloslangan havoni tozalash va h.k. lar aks ettirilgan bo'lishi lozim.

O'quv qo'llanma "Yuqori malekulali birikmalar kimyoviy texnologiyasi" bakalavriatura va magistratura yo'nalishi uchun mo'ljallangan.

Taqrizchilar: Buxoro Davlat Universiteti "Umumiy va noorganik kimyo" kafedrasi profesori.t.f.d. M.R.Amonov.

Buxoro Muhandislik-Texnologiya Instituti "Charm, mo'yna buyumlari texnologiya va dizayni" kafedrasi dotsenti.t.f.n A.A.Hayitov.

MUNDARIJA

I-MODUL. PLASTMASSALARDAN BUYUM ISHLAB CHIKARISH.

1.1. Kirish. Polimerlarni qayta ishlash sanoatining tarixi va uning rivojlanish tendensiyalari.....	5
1.2. Polimer va plastik massalalar ishlab chikarish texnologiyasi.....	13
1.3. Termoplast va termoreaktiv polimerlar haqida tushuncha.....	38
1.4. Polimer kompozitsiyasini tayyorlash texnologiyasi va yaratish prinsplari.....	48
1.5. Tayyor buyumlarning eksplutatsion xossalari.....	81

II-MODUL. POLIMER VA PLASTIK MASSALALAR ISHLAB CHIKARISH TEXNOLOGIYASI.

2.1. Kalandarlash, valclash.....	100
2.2. Ekstruziyalash.....	109
2.3. Bosim ostida quyish.....	123
2.4. Presslash.....	148
2.5. Ichki yuzada shakllanish.....	180

III -MODUL. REZINA KO'P KOMPONENTLI SISTEMA SIFATIDA, UNI QAYTA ISHLASH

3.1. Kauchuklar va ularning turlari.....	188
3.2. Lok buyoq materiallar va plyonka hosil qilishning texnologik jarayonlari.....	194
3.3. Polimerlarni qayta ishlashda ekologiya muammolari va atrof muhitni muhofaza qilish.....	229
3.4. Polimer kompozitsion materiallarni qo'llanilishi.....	265
Foydalanilgan dabiyyotlar ro'yxati.....	291

I-MODUL. PLASTMASSALARDAN BUYUM ISHLAB CHIQUARISH.

1.1. KIRISH. POLIMERLARNI QAYTA ISHLASH SANOATINING TARIXI VA UNING RIVOJLANISH TENDENSIYALARI.

Hozirgi paytda xalq xo'jaligining turli tarmoqlarini polimerlar asosida ishlab chiqarilgan arzon, sifatli va ishga chidamli kompozicion materiallarsiz tasavvur qilish qiyin. Polimer buyumlarining kimyoviy tarkibi, tizimi va xossalarini kerakli darajada o'zgartirish, mustahkamligini oshirish va ularning ishga chidamliligini metallar va ular asosida olingan qotishmalarning xossalariga tenglashtirish polimerlar ishlab chiqarish texnologiyasi sohasida o'z echimini kutayotgan dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi. Faqatgina qayta ishlash usulini va texnologik jarayonlarni ifodalovchi ko'rsatkichlar (bosim, harorat, deformაციyalanish tezligi va b.) ni to'g'ri tanlash va boshqarish, hamda turli kimyoviy qo'shilmalar (to'ldirgichlar, plastifikatorlar, bo'yatgichlar, qotirgichlar, moylovchi va tizim hosil qiluvchi moddalar, barqarorlashtirgichlar va boshqa maqsadli moddalar) ni polimer tarkibiga kiritish yo'li orqali ushbu muammolarni samarali echish mumkin. Hozirgi paytda plastiklarning 150 ta turlari ishlab chiqariladi, shundan 30 % ni polimer qorishmalari tashkil etadi. Polimer materiallarini qayta ishlashini osonlashtirish, ularning xossalari va tizimlarini modifikaciya qilish, ulardan mustahkam, sifatli, ishga chidamli va raqobatbardosh buyumlar olish maqsadida tarkibiga 20 dan ortiq turli kimyoviy qo'shilmalar (to'ldirgichlar, plastifikatorlar, bo'yatgichlar, qotirgichlar, moylovchi va tizim hosil qiluvchi moddalar, barqarorlashtirgichlar va boshqa maqsadli moddalar) kiritiladi. Bu esa polimer turlari va assortimentini ko'paytirish imkonini beradi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimer buyumlarining sifati, kimyoviy tarkibi, tuzilishi va ishga chidamliligi nafaqat kompoziciyani tayyorlash bosqichlari (polimer materialini tanlashga, kimyoviy tarkibi va tuzilishiga, uning tarkibiga kiritiladigan qo'shilmalar, ularning miqdori va o'lchamlariga, ularning namligiga, ularni quritish, aralashtirish, tabletka yoki granulalar olish va h.) ga, balki qayta ishlash usulini to'g'ri tanlashga hamda texnologik jarayonlarni boshqarishga chambarchas bog'liqdir. Hozirgi paytda polimerlarni qayta ishlashning 30 dan ortiq turli usullari ishlab chiqilgan. Oliy ta'lim tizimini zamonaviy texnika va texnologik jarayonlar bilan bog'lash texnika oliy o'quv yurtlari professor-o'qituvchilari uchun dolzarb muammodir. Bo'lg'usi muhandis-texnologlar va muallim-muhandislarni tayyorlash, tabiiy boyliklar va xom-ashyolardan oqilona foydalanishga o'rgatish, ularga ko'nikmalar hosil qilish nafaqat ushbu fandani dars beruvchi o'qituvchining bilim saviyasiga va to'plangan tajribasiga, balki o'quv adabiyotining mazmun – mohiyatiga, uning nazariy va amaliy saviyasiga hamda hodisa yoki jarayonlarni bayon qilish uslubiga ham bog'liqdir. Taqdim etilayotgan o'quv qo'llanma

muammoli o'qitish texnologiyasi asosida yozilgan. Bundan ko'zlangan asosiy maqsad-oliy o'quv yurtlari talabalari (bakalavr va magistrleri), o'qituvchilari, fermer va tadbirkorlar, polimer mahsulotlari ishlab chiqaruvchi muhandis-texnologlarga texnologik jarayonlarning ilmiy-amaliy asoslari, hamda mazmun-mohiyatini sodda, lo'nda qilib tushuntirishdan, bundan keyin ishlab chiqarish texnologiyasini mustaqil ravishda chuqurroq o'rganib olishlari uchun yo'nalishlar berishdan va ularni zamon talablariga javob bera oladigan etuk mutaxassislar darajasiga etkazishdan iboratdir. Mavzular qamrab olingan savollarga javob yozish paytida ularning ketma-ketligi inobatga olindi va adabiyotlar ro'yxatiga ko'rsatilgan manbaalardan keng foydalanildi. Mundarijada esa mavzularga tegishli savol-javoblarning raqamlari qavslarda ko'rsatildi. Demak, qavslardagi raqamlar aynan mana shu mavzu necha savollardan iborat ekanligini va javoblarga e'tibor berish kerakligini ko'rsatadi. Respublikamizda polimerlar kimyosi va texnologiyasining rivojlanishi akad. H. U. Usmonovning nomi bilan chambarchas bog'liq. Uning tashabbusi bilan respublikamizda tabiiy va sun'iy polimerlarning tuzilishi, fizik-mexanik hamda fizik-kimyoviy xossalari o'rganiladigan bir qator ilmiy – tadqiqot laboratoriyalari, ilmiy – texnologik markazlar va institutlar tarkib topdi, o'ziga xos ilmiy maktablar yaratildi. Polimerlar kimyosi, fizikasi va texnologiyasining ayrim sohalarini tarkib topishiga va rivojlanishida atoqli o'zbek olimlarining xizmatlari nihoyatda kattadir. Respublikamizda polimerlar haqidagi fan o'tagan asrning 40–chi yillarida (1948 y) marhum akad. H.U.Usmonovning ilmiy ishlari bilan rivojlana boshladi. Kimyo fanlari doktori, professor, O'zR FA akademigi Hamdam Usmonovich Usmonov 1916 yilda tug'ilgan. 1937 yilda hozirgi O'zMU ni tugatgan, 1941 yilda nomzodlik va 1954 yilda doktorlik dissertatsiyalarini himoya qilgan. U nafaqat O'zbekistonda, balki Hamdo'stlik mamlakatlarida birinchi bo'lib paxta tolasida sellyulozaning biosintezi, tabiiy va sun'iy polimerlarning tizimi, fizik-kimyoviy xossalari va ishlab chiqarish texnologiyasini yaratgan edi. U paxta va yog'och sellyulozasi tizimi nazariyasining asoschilardan biri hisoblanadi. Uning rahbarligida paxta sellyulozasini modifikatsiyalashning yangi usullari ishlab chiqilgan. U 1950 yilda "Tabiiy polimerlar" laboratoriyasini tashkil etib, unga rahbarlik qilgan. 1959 yilda O'zR FA da kimyo institutini tashkil etib, unga direktorlik qilgan. Uning ilmiy ishlari paxta sellyulozasi, paxtachilik sanoati chiqindilarini kompleks qayta ishlab, g'o'zapoyadan samarali foydalanishga bag'ishlangan. Uning rahbarligida kimyoviy usullar yordamida chigitdan momiqni ajratib olish va undan samarali foydalanish, hamda g'o'zapoya gidrolizi bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan. Uning rahbarligida sellyuloza biosintezi mexanizmi aniqlanib, unga turli omillarning ta'siri (masalan, ob- havo, Quyosh nurlari ta'siri) o'rganilgan.

H.U.Usmonov O‘zbekistonda polimerlar kimyosi taraqqiyotini boshlab bergan birinchi atoqli olimdir. U o‘z shogirdlari bilan radikal polimerlanish va payvand sopolimerlanish, vinilftorid va uning asosida polimerlar olish sohalarida fundamental ilmiy – tadqiqotlar olib borgan va alanga olmaydigan sellyuloza materiallarini ishlab chiqqan. H.U. Usmonov rahbarligida 11 ta doktorlik va 150 tadan ortiq nomzodlik dissertatsiyalari himoya qilingan. Uning 250 dan ortiq ilmiy maqolalari nufuzli ilmiy jurnallarda chop etilgan. H.U. Usmonov ilm-fan rivojiga qo‘shgan ulkan xizmatlari uchun bir qator orden va medallar bilan taqdirlangan. Unga « O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan fan va texnika arbobi » faxriy unvoni hamda Abu Rayhon Beruniy nomidagi Respublika davlat mukofoti berilgan. O‘zR FA akademiklari K.S.Ahmedov, M.A.Asqarov, YU.T. Toshpo‘latov, T.M. Mirkomilov, S.S. Negmatov, S.SH. Rashidova va ularning shogirdlari polimerlar fizikasi va kimyosi fanining yangi istiqbolli ilmiy yo‘nalishlarni yaratganlar. Olimlarimiz paxta chiqindisi–lintdan sellyuloza olish texnologiyasi, uning kimyoviy tarkibi, tuzilishi va xossalari, suvda eruvchan polimerlarni sintez qilish, tibbiyot va qishloq xo‘jaligida qo‘llaniladigan polimer pardalarni, tola va varaqalarni olish, ishga chidamli polimer kompozitsion materiallar olish kabi ilmiy yo‘nalishlarda faoliyat ko‘rsatib kelmoqdalar. Bunday ilmiy–tadqiqot natijalari va olg‘a surilayotgan ilmiy–amaliy g‘oyalar respublikamizda polimerlar sanoatining yanada rivojlanishi uchun zamin yaratdi. SHuni alohida takidlash kerakki, nafaqat tabiiy polimerlar (sellyuloza va uning turli hosilalari), balki umuman, yuqori molekulyar birikmalar kimyosi O‘rta Osiyo Davlat Universiteti (hozirgi O‘zMU) fizik kimyo kafedrasida va keyinchalik O‘zR FA Kimyo instituti laboratoriyalarida rivojlana boshladi. 1963 yilda respublikamizda “Paxta sellyulozasi kimyosi va texnologiyasi” ilmiy tekshirish instituti tashkil etildi. Uning turli laboratoriyalarida gidratsellyuloza, atsetat sellyuloza, shoyi va boshqa polimer materiallarning kimyoviy tarkibi, tuzilishi va fizik–kimyoviy xossalarni tekshirish usullarini ishlab chiqish, sellyulozaning tizimi va xossalarni turli kimyoviy va radiatsion kimyoviy usullar orqali modifikatsiya qilish borasida ilmiy izlanishlar olib borildi. Kimyoviy usullar yordamida paxta chiqindisi–lintdan sellyuloza olish maqsadida qayta ishlash texnologik jarayonlari takomillashtirildi. (H.U. Usmonov, B. Oyxo‘jaev, K. Roziqov va boshqalar). Kimyo fanlari doktori, professor, O‘zR FA akademigi Karim Sodiqovich Ahmedov (1914-2004) 1937 yilda hozirgi O‘zMU ni tugatgan. U 1937-1941 yillarda Moskvada L. YA.Karpov nomidagi fizik kimyo ilmiy tekshirish institutida faoliyat ko‘rsatgan. Uning ilmiy ishlari asosan kolloid kimyo va polimerlar kimyosiga tegishli bo‘lib, suvda eruvchan polimerlar va sirt faol moddalarni sintez qilish

hamda ularni xalq xo'jaligi tarmoqlariga joriy etish muammolariga bag'ishlangan. K.S.Ahmedov 1953 yili O'zMU da tashkil etilgan kolloid kimyo kafedrasini mudiri lavozimida ishlagan. U 1958 yili polimerlarning fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq etishga bag'ishlangan doktorlik dissertatsiyasini himoya qilgan. U 1965 yili kimyo instituti direktori va 1972 yilga kelib, hozirgi Toshkent davlat texnika universiteti rektori lavozimlarida ishlagan. K.S.Ahmedovning ilmiy faoliyati tabiiy yuqori dispersli sistemalar va ularning kolloid-kimyoviy xossalarini tadqiq etishga bag'ishlangan. U ushbu sistemalarning elektrokinetik xossalarini o'rganib chiqib, respublikamiz tuprog'i va grafitni boyitishning elektroforetik usulini taklif etdi. Lignin va g'ovakli faol adsorbentlar olishga erishdi. Uning KAA-1 rusumli polielektrolitlari xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida keng qo'llaniladi. Uning rahbarligida tuproq tizimini yaxshilovchi gidrofil polimerlar yaratildi va boshqa dispers sistemalardagi kolloid-kimyoviy va sirt hodisalari chuqur tahlil qilindi. U suvda eruvchan polielektrolitlar olish, quyi va yuqori molekulyar birikmalar olish, tuproq va qurilish materiallari xossalarini kerakli darajada o'zgartirish kabi ilmiy – amaliy ishlar bilan shug'ullangan. Suvda eruvchan polimerlar xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida keng qo'llanib, nihoyatda katta iqtisodiy foyda keltirmoqda. Uning rahbarligida 21 nafar fan nomzodlari va fan doktorlari etishib chiqqan. 1968 yili unga “O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan va texnika arbobi” faxriy unvoni berilgan va malakali kadrlar tayyorlash hamda fanni rivojlantirishdagi xizmatlari uchun “El-yurt hurmati” ordeni bilan mukofotlangan. K.S.Ahmedov respublikamizda kolloid kimyo ilmiy maktabining asoschisi hisoblanadi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, o'tgan asrning 60 - yillarga kelib, respublikamizda sintetik polimerlarni sintez qilish ilmiy – tadqiqot ishlari yo'lga qo'yildi va ulardan sanoatda va qishloq xo'jaligida qo'llashga doir amaliy ishlar bajarildi. Bu ishlar akademik M. A. Asqarov boshchiligida amalga oshirilyapti. Kimyo fanlari doktori, professor, O'zR FA akademigi Mirhoji Asqarovich Asqarov 1931 yilda tug'ilgan, 1953 yilda Moskva engil sanoat texnologiyasi institutini tugatgan. U 1957 yilda nomzodlik va 1967 yilda doktorlik dissertatsiyalarini himoya qilgan. 1963 – 1964 yillarda Manchestr (Angliya) Universitetida vinilpolimerlarning polimerlanishi sohasida ilmiy – tadqiqotlar olib borgan. Uning rahbarlikida issiqqa chidamli va mexanik mustahkam polimerlar yaratish, ularni qayta ishlash hamda xalq xo'jaligida ishlatish kabi muammolar samarali echilmoqda. Uning ilmiy ishlari aromatik diaminlarning alifatik 2 asosli kislotalar bilan polikondensatlanish, yangi monomerlarning polimerlanish reaksiyalarini hamma tomonlama chuqur o'rganishga, tarkibida azot, kislorod va oltingugurt saqlangan polimerlar olishga va ularning

xossalarini yaxshilashga qaratilgan. YOg‘–moy sanoati chiqindilaridan barqarorlashtiruvchi moddalar (stabilizatorlar) olib, polimer pardalari xossalarini yaxshilashga erishgan va olingan natijalar parda va linoleum ishlab chikarishga joriy etilgan. Uning raxbarligida 14 doktorlik, 80 dan ortiq nomzodlik dissertatsiyalari himoya qilingan. U 500dan ortiq ilmiy maqola, 115 ta ilmiy ixtirolar, 12 ta ilmiy monografiya va darsliklarning muallifidir. M.A.Asqarov kimyo fanining rivojiga qo‘shgan ulkan hissasi uchun orden va medallar hamda O‘z R faxriy yorliqlari bilan mukofotlangan. Kimyo fanlari doktori, professor, O‘zR FA akademigi YUnus Toshpo‘latovich Toshpo‘latov 1932 yil tug‘ilgan, 1955 yilda hozirgi O‘zMU ni bitirgan. 1957 yilda nomzodlik va 1971 yilda doktorlik dissertatsiyalarini himoya qilgan. U kimyoviy birikmalar, sellyuloza va uning turli modifikatsiyalari tizimlarini fizik usullar (rengenografik va infra qizil spektroskopiya usullari) yordamida aniqlagan. Paxta sellyulozasi olishning ilg‘or texnologiyasini ishlab chiqib, to‘qimachilik sanoati uchun yangi pereparatlar yaratgan va ularning amalda tadbiq etgan. Uning rahbarligida yaratilgan atsetilselloza iplari va tasmalari yigirishga ishlatiladigan eritmalar uchun yangi texnologik qurilmalar tayyorlangan va kimyoviy tolalar ishlab chiqarish korxonalariga joriy etilgan. Uning rahbarligida 3 ta doktorlik va 30 dan ortiq nomzodlik dissertatsiyalari himoya qilingan. U 300 ta ilmiy maqolalar, 3 ta monografiya, 2 ta darslik, 30 dan ortiq ilmiy ixtirolar va bir qator o‘kuv qo‘llanmalar muallifidir. Unga 1981 yilda “ O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan fan va texnika arbobi” faxriy unvoni berilgan. Texnika fanlari doktori, professor, O‘zRFA akademigi To‘lqin Mirkomilovich Mirkomilov 1939 yilda tug‘ilgan, 1962 yilda hozirgi TDTU ni bitirgan. 1966 yilda nomzodlik va 1983 yilda doktorlik dissertatsiyalarini himoya qilgan. U mahalliy mineral xom – ashyo va sanoat chiqindilarini kompleks qayta ishlash, ekologik toza texnologiyalarni yaratish, polimer materiallari va ularni qayta ishlash sohalarida ishlagan. Uning rahbarligida paxtachilik sanoati chiqindilaridan yuqori sifatli sellyuloza olish, tarkibida sellyuloza saqlagan xom – ashyolarni kayta ishlash, uning kimyoviy takibi, tuzilishi va xossalari o‘rtasidagi bog‘liqliklarni aniqlash bo‘yicha katta yutuqlarga erishilgan. Olingan sellyulozadan atsetilsellyuloza, nitrotsellyuloza va boshqa modifikatsiyalangan polimer materiallari olingan, ulardan polimer olishda, yonmaydigan plastik kino va fotopardalar olish yo‘llari ko‘rsatib berilgan. Tibbiyot sohasida dorilarni kapsullash uchun suvda eruvchan polimerlar olingan. Uning rahbarligida “Navoyiazot”, “Elektrokimyosanoat”, “Farg‘onaazot ” va boshqa sanoat korxonalarida hosil bo‘ladigan gaz chiqindilardan bir qator oligomerlar va monomerlar olingan va ularning qo‘llanish sohaları aniqlangan. U respublikamizda mahalliy mineral xom –

ashyo resurslarni va sanoat chiqindilarini kompleks qayta ishlash, ekologik toza texnologiyalarni yaratish bo'yicha ilmiy maktab yaratgan atoqli olim hisoblanadi. Uning rahbarligida fan doktorlari va 30 dan ortiq fan nomzodlari etishib chiqqan. U 250 dan ortiq ilmiy maqolalar, 30 dan ortiq ixtirolar, monografiya va 2 ta darsliklar muallifidir. T. M. Mirkomilov ilm fan sohasidagi xizmatlari uchun orden va medallar hamda Faxriy YOrliqlar bilan mukofotlangan. Texnika fanlari doktori, professor, O'zR FA akademigi Soyibjon Sodiqovich Negmatov 1941 yilda tug'ilgan, 1965 yilda TDTU ni bitirgan. 1969 yilda nomzodlik va 1980 yilda doktorlik dissertatsiyalarini himoya qilgan. U qattiq jismlar mexanokimyosi va kompozitsion materiallar olish texnologiyasi sohasida yirik olimdir. Uning ilmiy ishlari qattiq jismlar mexanokimyosining ilmiy asoslarini ishlab chiqishga, organik va anorganik birikmalar asosida kompozitsion materiallar yaratishga, ularning mustahkamligini oshirishga, energiya va resurslarni tejovchi yangi texnologiyalarni yaratishga bag'ishlangan. Kompozitsion materiallarning turli xossalari (magnit, elektr, ishqalanish, tebranish, emirilish (zanglash) va boshqalar) aniqlanib, qo'llanish sohalari aniqlangan. U qattiq jismlarning adgezion xossalarini molekulyar, mexanoelektrik va elektromagnit nazariyalarini ishlab chiqqan va ular asosida kompozitsion materiallar sintezini amalga oshirgan. Polimer materiallari tarkibiga vollastonit, kaolin, bo'r, bentonit kabi mahalliy xom-ashyolardan kiritib, mashinasozlikda, qurilish va boshqa sohalarda ishlatiladigan hamda katta iqtisodiy samara beradigan kompozitsion materiallar olishga erishgan. U respublikamizda kompozitsion materiallar va texnologiyalar yaratish ilmiy maktabining asoschisidir. U "Fan va taraqqiyot" ilmiy texnologik kompleksi direktori lavozimida faoliyat ko'rsatib kelmokda. Uning rahbarligida 6 nafar fan doktorlari va 40 dan ortiq fan nomzodlari etishib chiqqan. U 350 dan ortiq ilmiy maqolalar, 50 dan ortiq ixtirolar, 16 ta kitob va monografiyalar muallifidir. Uning 216 ta ilmiy maqolalari chet ellarda va "Kompozitlar yaratish asoslari" monografiyasi AQSH, Olmoniya va YAponiyada nashr qilingan. S.S. Negmatov ilm fan sohasidagi xizmatlari uchun orden va medallar hamda Faxriy YOrliqlar bilan mukofotlangan. Kimyo fanlari doktori, professor, O'zR FA akademigi Sayyora SHarofovna Rashidova 1943 yilda tug'ulgan, 1965 yilda M.V.Lomonosov nomidagi Maskva Davlat Universitetini bitirgan. 1971 yilda nomzodlik va 1983 yilda doktorlik dissertatsiyalarini himoya qilgan. U yuqori molekulyar birikmalar kimyosi sohasida yirik olim va atoqli davlat arbobidir. Uning ilmiy ishlari ma'lum kimyoviy tuzilishga ega biologik faol polimerlarning sintezi, turli xossalarga ega polimerlar asosidagi dorilar, o'simliklarni himoya qilish vositalarini tanlashning nazariy asoslarini ishlab chiqishga va ulardan samarali

qo'llashga bag'ishlangan. Uning rahbarligida "Kovilon" deb nomlangan plazma o'rnini bosuvchi dori, o'simliklar o'sishini boshqaruvchi modda – benzoilchumoli kislota olindi, chigit, sholi va qand lavlagi urug'larini ekishdan oldin suvda eruvchan polimerlar bilan kapsullash texnologiyasi yaratildi. CHigitni unib chiqishini boshqarishda qo'l keladigan suvda eruvchan polimer qoplamalari yaratildi va qishloq xo'jaligida sinab ko'rildi. O'tgan asrning 80 - yillarida O'zR FA "Polimerlar kimyosi va fizikasi" instituti tashkil etildi. Unda polimerlarning koordinatsion kimyosi va polimer kompozitsion materiallar yaratish sohasida ilmiy – tadqiqot ishlari boshlab yuborildi. S. SH. Rashidova polimerlar kimyosi va fizikasi sohasida yangi ilmiy yo'nalish hisoblangan polimer nanokompozitlarni hosil qilish muammolari bilan shug'ullanib kelmoqda. U 300 dan ortiq ilmiy maqolalar, 20 dan ortiq ixtirolar va 2 ta ilmiy monografiyalar muallifidir. S.SH. Rashidova O'zR FA yukori molekulyar birikmalar kimyosi Ilmiy Kengashi a'zosi, Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti derektori va ixtisoslashgan Ilmiy Kengash raisi, O'zR FA axbarotlari jurnali, O'zbekiston kimyo jurnali va Kompozitsion materiallar jurnali tahririyati a'zolari, Respublika xotin-qizlar qo'mitasi "Olima" assotsiatsiyasi Prezidenti, O'zR Oliy Majlisi deputati va inson huquqlari qo'mitasi raisi lavozimlarda faoliyat ko'rsatgan. S.SH. Rashidova ilm – fan rivojiga qo'shgan ulkan xizmatlari uchun bir qator orden va medallar bilan taqdirlangan. Unga 1982 yili "O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan va texnika arbobi" faxriy unvoni berilgan. SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, nafaqat ilmiy tekshirish institutlarida, balki respublikamizning bir qator oliy o'quv yurtlarida etuk olimlarimiz turli ilmiy yo'nalishlarda faoliyat ko'rsatib kelmoqdalar. O'zMU da superfosfat ishlab chiqarish zavodlari chiqindilari va tabiiy gazlardan ftorpolimerlar sintez qilindi. (A.Yo'lbekov, T.Sirliboev), mahalliy xom – ashyolardan foydalanib, polivinilftoridni issiqqa chidamliligini oshirish ilmiy – tadqiqot ishlari amalga oshirildi (B.Muhiddinov) va fiziologik faol sintetik polimerlar yaratildi (O'.Musaev). Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent kimyo–texnologiya instituti va Buxoro davlat universitetida yangi monomerlar sintez qilindi va ular asosida xossalarni oldindan boshqarish mumkin bo'lgan yuqori molekulyar birikmalar hosil qilindi. (A. Jalilov, R. Ro'ziev, O.YOriev). Ushbu oliy o'quv yurtlarida mahalliy xom–ashyolar (yog'–moy sanoati chiqindilari) dan foydalanib, tabiiy va sun'iy polimerlar asosida turli polimerlar va polimer kompozitsion materiallar yaratish va ulardan sanoatda qo'llash borasida ilmiy – tadqiqot ishlari olib borilmoqda. O'ziga xos xossalarga ega bo'lgan ionogen polimerlar yaratish va ulardan amalga qo'llash ishlari amalga oshirilyapti.

“Plastmassalarni qayta ishlash” kafedrasida esa atsetilen asosida elastomerlar olish, ularni qayta ishlab, xalq xo‘jaligining turli tarmoqlarida qo‘llash ilmiy–tadqiqot ishlari amalga oshirildi (A. YUsubbekov). Sanoatda furan qatronlaridan qo‘llashning samarali yo‘llarini topish bo‘yicha ilmiy – tadqiqot ishlari olib borildi (F.Ma’rufov). Furan oligomerlarni sintez qilish va ko‘pikli polifuranlar olish, furilformaldegid oligomerlari asosida ko‘pikli plastiklar olish ilmiy – tadqiqot ishlari amalga oshirildi (T.Abdurashidov). Bir qator ilmiy laboratoriyalarda karboksimetilsellyulozaning turli xossalari tadqiq etildi (SH. Najmiddinov), sellyulozaning oqartirish va undan mahsulot olish texnologik jarayonlari takomillashtirildi (D. Nabiev), polimerlanish jarayonida poliamidni to‘ldirgichlar bilan to‘ldirish va polimer kompozitsion materiallar olish ishlari amalga oshirildi (N.Ashurov). Toshkent to‘qimachilik va engil sanoat institutida tola hosil qiluvchi yangi polimerlarning turli xossalari o‘rganildi (K.Ergashev), charm va poyafzal ishlab chiqarishda polimer kompozitsion materiallardan samarali foydalanish yo‘llari aniqlandi (T. Qodirov). SHuni alohida ta’kidlash kerakki, polimer eritmalarining termodinamikasini tadqiq etishda olimlarimiz katta muvaffaqiyatga erishganlar (S.Toshmuxammedov, X. Akbarov, R. Tillaev). Polimer kompozitsion materiallar yaratishda mahalliy xom–ashyolardan to‘ldirgichlar, plastifikatorlar, barqarorlashtiruvchi moddalar sifatida qo‘llash borasida bir qator ilmiy hamda amaliy ishlar bajarildi (E. Aripov, A.Jalilov). O‘zR FA tizimidagi bir qator ilmiy–tadqiqot institutlarida va oliy o‘quv yurtlarida olib borilayotgan tadqiqotlar va ularning natijalari jahon ilmiy jamoatchiligi tomonidan yuksak baholanmoqda. **1987 yil 18-21 oktyabrda** Toshkent shahrida o‘tkazilgan Makro-78 Xalqaro Simpozium fikrimizning yorqin dalilidir. Unda 50 dan ortiq mamlakatlardan olimlar qatnashib, o‘zbek olimlari erishgan yutuqlarga yuksak baho berildi.

1.2. POLIMER VA PLASTIK MASSALALAR ISHLAB CHIQUARISH TEKNOLOGIYASI.

Polimerlar va polimerlarning texnologik xossalari deganda, nafaqat ularning shakllanish qobiliyatlari, balki saqlashdagi holatlari, bir joydan ikkinchi joyga uzatish holatlari, me'yorlash, kompozitsiya tarkibiga kiruvchi komponentlarni quritish, aralashtirish, granulalash, tabletkalash va boshqa yordamchi hamda tayyorlov bosqichlari va texnologik jarayonlarning majmui tushuniladi. Polimerlarni qayta ishlash jarayonlarini ifodalovchi xossalarga, ularning texnologik xossalari deb ataladi. Ularning asosiy texnologik xossalariga quyidagi xossalar kiradi.

1. Polimerlarning reologik xossalari. Ular, o'z navbatida, quyidagi 3 guruhlariga bo'linadi:

- qovushqoqlik xossalari;
- yuqori elastiklik xossalari;
- relaksatsion xossalari.

2. Polimerlarning destruksiya barqarorlik xossalari.

3. Polimerlarning issiqlik fizik xossalari.

4. Qattiq sochiluvchan materiallarning fizik tavsifnomalari.

5. Polimer material tarkibidagi begona moddalar.

6. Polimerlarning namlik darajalari.

Texnologik xossalarni attestatsiya qilish deganda, bir qator birlamchi standartlashtirilgan turli guruh xossalarni ifodalovchi ko'rsatgichlarni aniqlash tushuniladi. Ushbu ko'rsatgichlar samarali qayta ishlash usullarni tanlab olishga, buyumni qulay rejimlarda shakllantirishga va boshqa masalalarni echishda katta yordam beradi. Texnologik xossalarni tadqiq etish tushunchasi esa, attestatsiyaga nisbattan keng ma'noga ega. Texnologik xossalarni tadqiq etish faqatgina u yoki bu ko'rsatgichlarni o'lchash yoki hisoblashdan iborat emas, balki ularni texnologik xossalarga bog'liqligini aniqlashdan, materiallarning turli xossalarni shakllanish jarayonlarning ko'rsatgichlari bilan va qayta ishlash ko'rsatgichlari bilan o'zaro bog'liqligini aniqlashdan iborat. Attestatsiya va texnologik xossalar orasida bog'liqlik mavjud. SHuni ham yodda tutish kerakki, polimer xom – ashyosini qayta ishlashda attestatsiyadan o'tkazish natijalari ishlab chiqarish korxonasida mahsulotning pasportiga kiritiladi. Darhaqiqat,

“texnologik xossa” atamasi serqirra tushuncha bo‘lib, u polimerlar va ular asosida olingan kompozitsiyalarning bir qator ko‘rsatgichlarini ifodalaydi. Bu ko‘rsatgichlar tadqiq etish muammolariga, texnologik va konstruktorlik muammolariga bog‘liqdir. SHuning uchun ushbu atama turli ma’nolarga ega. Masalan, muhandis – texnolog “texnologik xossa” deb, kukunsimon yoki granulalangan xom – ashyolarni zavodda mavjud bo‘lgan sanoat ishlab chiqarish qurilmalari yordamida qayta ishlash, ularni yarimmahsulotga yoki buyumga aylantirish qobiliyatlarini tushunadi. Agar polimer material zavoddagi me’yoriy hujjatlar (masalan, davlat standarti, tarmoq standarti, texnik shartlar va boshqa me’yoriy hujjatlar) talablariga mos kelsa, u texnologik material hisoblanadi va “yaxshi xom – ashyo” sifatida qabul qilinadi. Ammo qayta ishlovchi texnolog – tadqiqotchilar “texnologik xossa” atamasiga boshqacha qaraydilar. Ularning fikricha, materiallarning texnologik xossalariga shunday xossalarni kiritish kerakki, ular qayta ishlash usullari (ekstruziyalash, presslash, bosim ostida quyish, kalandrlash va b.) ni tanlab olishga yordam beradi, uning maqbul haroratlarda va kuch – tezlik rejamida shakllantirishga tayyorlash imkoniyatlarini belgilaydi, buyumning maksimal ekspluatatsion tavsifnomalariga erishishga yordam beradi, yarimmahsulotlar (parda, varaqalar, tasma va lentalar) ni issiqlik ta’sirida shakllantirish, ularni shtamplash, payvandlash va boshqa usullar yordamida oxirgi buyumga aylanish qobiliyatini ta’minlashga yordam beradi. Loyihalanuvchi va qayta ishlash qurilmalarini hisoblab chiquvchi mutaxassislar uchun esa, materialning asosiy ko‘rsatgichlari va ularning o‘zgarish chegaralari kabi natijalarni bilib olish nihoyatda ahamiyatlidir. Bunday natijalar matematik modelni va hisoblash tartibini, mashinaning ish organlari konstruksiyasini hisoblash, unda shakllantirish davrlari hamda bosqichlarini hisoblab chiqish uchun nihoyatda zarurdir. Fundamental fanlar (polimerlar fizikasi, kimyosi, mexanikasi va reologiyasi) sohalarida faoliyat ko‘rsatib kelayotgan olimlarni esa, qayta ishlanadigan materialning asosiy tavsifnomalari (molekulyar massalari, molekulyar massa taqsimoti, tizim xossalari) orasidagi bog‘liqliklar qiziqtiradi. Polimerlarning ko‘pgina xossalari (masalan, Nyuton suyuqliklari qovushqoqligining eng katta qiymati, polimer suyuqlanmasining yuqori elastikligi), ularning molekulyar massasiga bog‘liq bo‘lib, ular ham ilmiy va ham amaliy ahamiyatga egalar. Polimerning bir holatdan ikkinchi holatga fazaviy va relaksatsion o‘tish haroratlari, uning kristallanish qobiliyati, issiqlik fizik ko‘rsatgichlari (haroratga chidamliligi), uning tabiatiga bog‘liq bo‘lib, ularni tajribada aniqlash qayta ishlash jarayonlarni to‘g‘ri amalga oshirish uchun katta ahamiyatga ega.

Polimerlarning reologik xossalari

“Reologiya” – yunon tilidan olingan bo‘lib, “reo” – “oqish”, “logos” – “fan”, “ta’limot” demakdir.

Polimerlar reologiyasi qattiq polimerlardan tortib, to ularning eritmaları va suyuqlanmalarigacha, ya’ni polimerlar sistemasining barcha turlari va fizik holatlarini qamrab olgan fandır.

Polimerlar reologiyasining asosiy vazifasi – kuchlanishlar, deformatsiyalar va ularning vaqt davomida o‘zgarishi orasidagi bog‘liqliklarni aniqlashdan iborat. Aslida, reologiya oquvchan sistemalar uchun xosdir.

Polimerning reologik xossalari uning qattiq va suyuq agregat holatlaridagi deformatsiyalanishini ifodalaydi. Odatda, polimer materialı qayta ishlanib, qovushqoq – oquvchan yoki yuqori elastik holatga keltiriladi va unga kerakli shakl berilib, sovutiladi yoki qotiriladi. Mana shu yo‘llar bilan buyum shakllanadi. Bunday holatlarda reologik xossalar materialni qayta ishlash usulini tanlab olishda, mashina va qurilmalar konstruksiyasini hamda texnologik jarayonlarni ifodalovchi ko‘rsatgichlarni hisoblashda, buyumning maqbul shakllanish jarayonlarini jadallashtirishda katta amaliy ahamiyatga ega. Agar qattiq jismga tashqi kuch ta’sir etsa, u albatta, deformatsiyalanadi. Jismga ta’sir etuvchi cho‘zilish kuchlanishi σ va jismning nisbiy defor-matsiyasi ε orasidagi bog‘liqlikni Guk qonuni ifodalaydi:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

bu erda E – jismning elastiklik moduli (YUng moduli).

Agar jism yuqori elastik holatda bo‘lsa, unda jismga ta’sir etuvchi urinma kuchlanish τ va siljish deformatsiyasining tezligi $\dot{\gamma}$ orasidagi bog‘liqlikni Nyuton qonuni ifodalaydi:

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$$

bu erda η – polimer eritmasi yoki suyuqlanmasining qovushqoqligi.

Demak, hududiy holatning reologik tenglamalari deganda, Guk va Nyuton qonunlarini ifodalovchi tenglamalar tushuniladi.

Polimerlarning reologik xossalarini 3 guruhga bo‘lish mumkin.

1. Polimer materialining qovushqoqlik xossalari. Bu xossalar materialning qovushqoq – oquvchan jarayonlarini va mexanizmini belgilaydi. YA’ni,

materialda yuz beradigan qaytmas (plastik) deformatsiyalarning rivojlanishini va unga kerakli shakl berish imkoniyatlarini belgilab beradi.

2. Polimer materialining yuqori elastiklik xossalari. Bu xossalar oqish jarayonida materialda yuz beradigan qaytuvchan deformatsiyalarning yig'ilishi va rivojlanish qobiliyatini belgilab beradi.

3. Polimer materialining relaksatsion xossalari. Bu xossalar urinma τ va normal σ kuchlanishlarning relaksatsiya (bo'shashish) jarayonlarini, yuqori elastik deformatsiyalarni, makromolekulyar zanjirlarning tashqi kuch ta'sirida orientirlanishini va boshqa jarayonlarni belgilab beradi.

Materialni qayta ishlash paytida, u turli deformatsiyalar (siljish, siqilish, cho'zilish va h.) ga uchraydi. Oddiy va murakkab siljish paytida, shuningdek, polimerlarning qattiq va suyuq (eritilgan yoki suyuqlantirilgan) holatlarida, ushbu reologik xossalar bir vaqtning o'zida birgalikda namoyon bo'lishi mumkin. Materialning kimyoviy tarkibi, tizimi, fizik – kimyoviy, fizik – mexanik xossalari, xususan, polimer eritmalari va suyuqlanmalarini cho'zilishda yuz beradigan ba'zi bir jarayonlar (masalan, molekulyar massasining o'zgarishi, molekulyar massa taqsimotning har xil bo'lishi, makromolekulyar zanjirlarning tizimlanishi (ya'ni, ular orasida kimyoviy bog'larning paydo bo'lishi) yoki, aksincha, ularning parchalanishi (destruksiya jarayonlarning kuchayishi) kabi hodisalar reologik xossalariga kuchli ta'sir ko'rsatilishi mumkin.

Polimerlarning issiqlik fizik xossalari va destruksiyanishi.

Ma'lumki, polimer materialini qayta ishlashda harorat ta'sirida u hajmini kengaytiradi (kengayadi), sovutishda esa, torayadi (siqiladi). Materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti, solishtirma issiqlik sig'imi va boshqa ko'rsatgichlar orqali uni qizdirish va sovutish imkoniyatlari aniqlanadi. Polimer materialining issiqlik fizik xossalari ularda kechadigan termomexanik va tizimli o'zgarishlar (agregat, fizik va fazaviy holatlar va o'tishlar, masalan, suyuqlanish, shishalanish va kristallanish jarayonlar) ni ifodalaydi.

Polimerlarning issiqlik fizik xossalariga quyidagi xossalari kiradi.

1. Polimerlarning harorat o'tkazuvchanligi.
2. Polimerlarning issiqlik ta'sirida kengayishi.
3. Polimerlarning issiqlik sig'imi.
4. Polimerlarning issiqlik o'tkazuvchanligi.

O'zgaruvchan (nostatsionar) haroratlar sharoitida issiqlik oqimi ta'sirida haroratning tarqalish tezligiga, harorat o'tkazuvchanlik deyiladi. Harorat o'tkazuvchanlik polimerning issiqlik o'tkazuvchanligiga to'g'ri proporsional bo'lib, zichligi va solishtirma issiqlik sig'imiga teskari proporsionaldir. Polimerning harorat o'tkazuvchanligi quyidagi formula bilan aniqlanadi (m^2/s):

$$\alpha = \frac{\lambda}{C_p \cdot \rho}$$

bu erda λ - polimerning issiqlik o'tkazuvchanligi;

C_p - o'zgarmas bosimda solishtirma issiqlik sig'imi;

ρ - polimerning zichligi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, metallar va ular asosida olingan qotishmalarga nisbatan polimerlarning harorat o'tkazuvchanligi nihoyatda kichikdir. Masalan, poliizopren va polietilenoksidning harorat o'tkazuvchanligi $0,90 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ ga teng. Harorat o'tkazuvchanlik polistirol uchun $0,99 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, polidimetilsiloksan uchun $1,08 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, organik shisha (polimetilmetakrilat) uchun $1,19 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, polivinilxlorid uchun $1,21 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, va zichligi past polietilen uchun $1,40 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ ni tashkil etadi

Harorat oshishi bilan shishasimon amorf polimerlar va kristall tizimga ega bo'lgan polimerlarning harorat o'tkazuvchanligi pasayib boradi. Harorat polimernig suyuqlanish haroratiga tenglashganda esa kristall polimerlarning harorat o'tkazuvchanligi eng kichik qiymatiga erishadi. Harorat yumshayish haroratiga tenglashganda, amorf shishasimon polimerlarning harorat o'tkazuvchanligi keskin pasayadi. SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, polimer suyuqlanmalarining harorat o'tkazuvchanligi haroratga bog'liq emas. Bundan tashqari, polimerning molekulyar massasi va kristallik darajasi uning harorat o'tkazuvchanligiga kuchli ta'sir ko'rsatilishi mumkin. Polimerning molekulyar massasi va kristallik darajasi oshganda, uning harorat o'tkazuvchanligi ham oshadi. Polimer makromolekulasida yondosh zanjirchalar (o'rinbosarlar) uzunligining oshishi bilan vinil qatoridagi polimerlar suyuqlanmasining harorat o'tkazuvchanligi pasayadi. Polimer tarkibiga kiritiladigan plastifikatorlar va makromolekulalarning tikish darajasi ham harorat o'tkazuvchanlikka kuchli ta'sir ko'rsatadi. Polimerning issiqlik ta'sirida kengayishini miqdoriy jihatdan tavsiflash uchun uning hajmiy kengayish

harorat koeffitsienti α va chiziqli kengayish harorat koeffitsienti β ni aniqlash kerak bo'ladi:

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$$

$$\beta = \frac{1}{l} \left(\frac{\partial l}{\partial T} \right)_p$$

bu erda V - namunaning hajmi;

l - berilgan yo'nalishda namunaning chiziqli o'lchami;

T – harorat;

R - namunani o'zgaras bosim ostida isitilganini ifodalaydi.

Issqlik ta'sirida hajmiy kengayish harorat koeffitsienti va chiziqli kengayish harorat koeffitsienti $1/^{\circ}\text{S}$ o'lchov birligida o'lchanadi. Izotrop jismlar uchun $\alpha > 0$ bo'lib, $\alpha = 3\beta$. Bundan tashqari, hajmiy kengayish harorat koeffitsienti α polimerning o'zgaras hajmdagi solishtirma issqlik sig'imi (C_v) ga, izotermik siqiluvchanligi (κ) ga, harorat (T) ga va namunaning hajmi (V) ga bog'liqdir:

$$\alpha = \gamma \frac{C_v \cdot \kappa \cdot T}{V}$$

bu erda γ - o'zgaras kattalik.

Harorat 0 K ni tashkil etganda, $\alpha \rightarrow 0$. Ammo yuqori haroratlarda α ham oshib boradi. Polimerlarning kimyoviy tarkibi, tuzilishi, tizimi va kristallik darajasi turlicha bo'lganligi tufayli ularning issqlik ta'sirida kengayish harorat koeffitsientlari ham bir-biridan farq qiladi. Masalan, 20°C da polietilentereftalatning issqlik ta'sirida kengayish koeffitsienti $1,9 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, polimetilmetakrilat $2 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, poliamidlar $(2,1-4,5) \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, polistirol $2 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, poliuretanlar $(3,6-4,5) \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, izotaktik polipropilen va zichligi yuqori polietilen $(3,2-4,0) \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, zichligi past polietilen $(5-6) \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, xlorpren kauchuk $6 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, natural kauchuk va butadien-stirol

kauchuk $6,6 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni, butadien-nitril kauchuk $7 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni va polidimetilsiloksan $(9-12) \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ni tashkil etadi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, shishalanish haroratidan pastroq haroratlarda amorf va kristall tizimlarga ega bo'lgan polimerlar uchun α va β ning kattaliklari bir xil qiymatga ega bo'ladi. Ammo ushbu koeffitsientlar yuqori elastiklik holatida kristall va shishasimon holatlarga qaraganda yuqoriroq qiymatlarga ega. Harorat polimerning shishalanish haroratiga tenglashganda α va β kuchli o'zgaradi. Bundan tashqari, β ga polimer makromolekulalarining orientirlanganligi kuchli ta'sir ko'rsatadi. Orientatsiya yo'nalishiga $\beta_{\parallel}$ va unga teskari $\beta_{\perp}$ yo'nalishlarga aniqlangan β bir-biriga mos tushmaydi. Buning asosiy sababi- kristallitlarning lokal anizotrop xossalarga ega ekanliklaridir. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimerlarning issiqlik sig'imi haqida kerakli ma'lumotlarga ega bo'lish katta ilmiy hamda amaliy ahamiyatga ega. Polimerning termodinamik tavsifnomalarini baholashda (entalpiyani, entropiyani, ichki energiyani aniqlashda), fizik jarayonlarni o'rganishda (polimerning suyuqlanishi, kristallanishi, shishalanishi va boshqa tizim o'zgarishlarini o'rganishda) issiqlik sig'imi katta hal qiluvchi rol o'ynaydi. Polimerning issiqlik sig'imi deganda, uning haroratini $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ga oshirishga sarflangan issiqlik miqdori tushuniladi. Polimerning issiqlik sig'imi kalorimetr yordamida aniqlanadi. Issiqlik sig'imining modda miqdori birligidagi kattaligiga, solishtirma issiqlik sig'imi deyiladi. Agar modda miqdori mol bilan ifodalangan bo'lsa, unda molyar issiqlik sig'imi deyiladi va $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ bilan o'lchanadi va agar kg bilan ifodalangan bo'lsa, unda solishtirma issiqlik sig'imining o'lchov birligi $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ bo'ladi.

Issiqlik sig'imi 2 xil bo'ladi.

1. O'zgarmas bosimda aniqlangan issiqlik sig'imi:

$$c_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_p$$

O'zgarmas hajmda aniqlangan issiqlik sig'imi:

$$C_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_v$$

bu erda N va U - mos ravishda entalpiya va ichki energiya.

C_p va C_v o'zaro quyidagicha bog'liq:

$$C_p - C_g = \frac{\alpha^2 \cdot V \cdot T}{\beta}$$

bu erda α - hajmiy kengayish harorat koeffitsienti;

β - izotermik siqish koeffitsienti;

V - hajm;

T - harorat.

Agar polimer namunasida harorat ta'sirida tizim o'zgarishlari kuzatilmasa, unda -50°C dan to 200°C gacha bo'lgan haroratlar oralig'ida C_p chiziqli o'zgarib boradi. Qattiq polimerlar uchun harorat koeffitsienti $\frac{\partial C_p}{\partial T}$ o'rtacha $3 \cdot 10^{-3}$ ga, suyuqlanmalar uchun esa $1,2 \cdot 10^{-3}$ ga teng bo'ladi.

SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, xona harorati (25°C) da C_p ning qiymati barcha polimerlar uchun bir xil emas, chunki ularning kimyoviy tarkibi, tizimi, tuzilishi va kristallik darajasi issiqlik sig'imiga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Masalan, uning qiymati polietilen uchun $49,6 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ga, ataktik va izotaktik polipropilenlar uchun mos ravishda $68,3$ va $90,7 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ga, politetraftoretlen uchun $96,6 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ga, polistirol uchun $128,2 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ga, polimetilmetakrilat uchun $138,6 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ga, poli - ϵ - kaproamid uchun $164,2 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ga va polietilentereftalat uchun esa $218,4 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ga teng.

SHuni ham alohida eslatib o'tish kerakki, harorat shishalanish haroratidan past bo'lganda, ham amorf va ham kristall holatlarida bo'lgan polimerning issiqlik sig'imi bir xil qiymatga ega bo'lishi mumkin. Amorf polimerlar shishalanish holatidan yuqori elastiklik holatiga o'tganda, issiqlik sig'imi sakrashsimon oshib boradi. Mana shu holatni kristall polimerlarning shishalanishi paytida ham kuzatish mumkin. Rezinani to'ldirgichlar bilan to'ldirish issiqlik sig'imini pasaytiradi.

Polimerning issiq elementlardan sovuq elementga issiqlikni ko'chirish qobiliyatiga, uning issiqlik o'tkazuvchanligi deyiladi.

Issiqlik oqimi q va harorat gradienti $\text{grad}T$ orasidagi mutanosiblik koeffitsienti λ issiqlik o'tkazuvchanlikni ifodalaydi:

$$q = -\lambda \cdot \text{grad}T$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti $Vt/(m \cdot K)$ o'lchov birligi bilan o'lchanadi. Qattiq polimerlarning issiqlik o'tkazuvchanligini tushuntirishda qattiq dielektriklar uchun ishlab chiqilgan nazariyadan qo'llaniladi. Ushbu nazariyaga asosan, issiqlik o'tkazuvchanlik jismni tashkil etuvchi zarrachalarning issiqlik tebranishlari tufayli elastik to'lqinlar (fononlar) ning tarqalishiga va sochilishiga bog'liq. Harorat past bo'lganda fononlarning o'rtacha erkin yugirish uzunligi atom va molekulalar orasidagi masofaga nisbatan katta ekanligi tufayli uning kattaligini quyidagi 2 ta o'zaro ta'sirlanishlar asosida izohlash mumkin.

1. Fononlar orasidagi o'zaro ta'sirlanishlar.
2. Fononlar va polimer tizimidagi nuqsonlar (defektlar) orasidagi o'zaro ta'sirlanishlar.

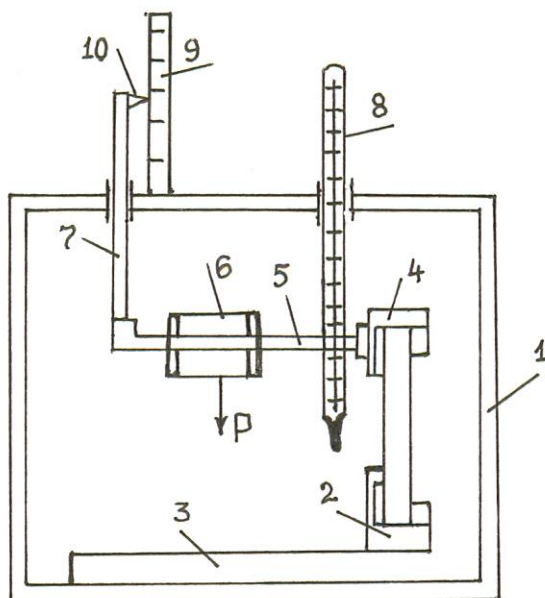
Polimerning issiqlik o'tkazuvchanligi uning kimyoviy tuzilishiga, tarkibiga, kristallik darajasiga, fizik holatiga va haroratga bog'liqdir. Harorat oshishi bilan issiqlik o'tkazuvchanlik birdaniga sakrashsimon oshib boradi. Bu hodisa polimerning issiqlik ta'sirida hajmiy kengayishi bilan izohlanadi. Kristall tizimga ega bo'lgan polimerlarning issiqlik o'tkazuvchanligi amorf polimerlarga nisbatan katta bo'ladi. Harorat $-180^{\circ}C$ dan $150^{\circ}C$ gacha o'zgarganda, ba'zi bir kristall polimerlar (masalan, polietilen, polimetilenoksid, polietilenoksid, poli-ε-kaproamid) ning issiqlik o'tkazuvchanligi pasayib boradi. Boshqa polimerlar (masalan, polietilentereftalat, polipropilen, politetraftoretillen, polixlortrifoletillen) uchun esa, aksincha, oshib boradi. Bu hodisani ko'pincha polimerning kristallik darajasi bilan izohlaydilar. Darhaqiqat, polimerning kristallik darajasi katta bo'lganda, uning issiqlik o'tkazuvchanligi oshadi. Ammo suyuqlanish paytida u kuchli pasayadi.

SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, polimerlarning kimyoviy tarkibi, tuzilishi, fizik holati va kristallik darajasi ularning issiqlik o'tkazuvchanligiga kuchli ta'sir ko'rsatilishi mumkin. SHuning uchun barcha polimerlar uchun ularning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti bir xil emas. Masalan, polistirolning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti $0,130 Vt/(m \cdot K)$ ga, natural kauchukniki $0,140 Vt/(m \cdot K)$ ga, polidimetilsiloksanniki $0,167 Vt/(m \cdot K)$ ga, polivinilxloridniki $0,170 Vt/(m \cdot K)$ ga, ataktik va izotaktik polipropilenniki mos ravishda $0,175$ va $0,230 Vt/(m \cdot K)$ ga, polimetilmetakrilatniki $0,190 Vt/(m \cdot K)$ ga, politetraftoretillenniki $0,250 Vt/(m \cdot K)$ ga, zichligi past va zichligi yuqori polietilenlarniki mos ravishda $0,380$ va $0,470 Vt/(m \cdot K)$ ga tengdir. Makromolekulada yondosh guruhlar hajmi oshganda polimerning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti pasayadi, polimerning molekulyar massasi oshganda esa, oshadi. Makromolekulyar zanjirda turli atomlarni kiritish yo'li

bilan fizik kontaktlar miqdorini oshirish mumkin. Bu esa polimerning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini oshishiga olib keladi. Bundan tashqari, polimer tarkibiga issiqlik o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgan to'ldirgichlarni kiritish yo'li bilan polimerning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini oshirish mumkin. Aksincha, polimer matritsani ko'pirtirish uning issiqlik o'tkazuvchanligini pasaytiradi. Masalan, ko'pirtirilgan polimerning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti yaxlit polimerning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientidan kichik bo'ladi. Ko'pirtirilgan polistirol, polietilen, polivinilxlorid va shunga o'xshagan boshqa polimerlarning issiqlik o'tkazuvchanligining yaxlit (monolit) polimerlarga nisbatan pastligini misol keltirish mumkin. Polimerlarning issiqlik o'tkazuvchanligi bosimga bog'liq. Bosim (0,1 – 30,0) MPa oralig'ida o'zgarganda poliolefinlar, poliamidlar, polistirol va polimetilmetakrilat suyuqlanmalarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientiining nisbiy oshishi $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{Mn}$ ni tashkil etadi. Rezinani to'ldirgichlar bilan to'ldirish uning issiqlik o'tkazuvchanligini oshiradi, ammo issiqlik sig'imini pasaytiradi. Polimerning yuqori haroratlar ta'sirida yumshamaslik qobiliyatiga, uning issiqqa chidamliligi deyiladi. Materialning issiqqa chidamlilik xususiyatini tavsiflovchi asosiy ko'rsatgich harorat hisoblanadi, ya'ni namunaga yuqori harorat va o'zgarmas yuklama ta'sirida paydo bo'ladigan deformatsiya belgilangan kattaligidan oshmasligi kerak. SHundagina u issiqqa chidamli material hisoblanadi. SHuni ham ta'kidlash zarurki, polimer materialining issiqqa chidamliligini aniqlashning bir qator standartlashtirilgan usullari bor. Ushbu usullar bir-biridan sinashga olingan namunaning shakli va o'lchami bilan, deformatsiyaning turlari (siqilish, cho'zilish, egilish) bilan, haroratni oshirish tezligi bilan farq qiladi. Masalan, polimer materialining issiqqa chidamliligini Martens usulida aniqlashda egilish momenti va harorat ta'sirida paydo bo'lgan deformatsiya qayd qilinadi va harorat o'lchanadi. Vika usulida esa silindrik indentor yuklama ta'sirida namunaga ma'lum chuqurlikka kirib boradi va uning kirib borish chuqurligi o'lchanadi. ISO R-75 standartiga asosan, ikkita tayanchlar ustiga qo'yilgan namunaning bir necha yuklamalar ta'sirida egilishi kuzatilib boriladi va harorat o'lchanadi. SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, ushbu usullarda namunani yuklash va isitish rejimida uning yumshayishi kuzatiladi va yumshayishga mos keluvchi harorat uning issiqqa chidamliligini ifodalaydi. Polimer materiallarining issiqqa chidamliligi yuklash rejimiga, namunaga ta'sir etuvchi yuklamaga va uning davomiyligiga bog'liqdir. Issiqqa chidamlilik yuklamaga bog'liq: yuklama oshgan sari issiqqa chidamlilik pasayadi. SHuning uchun materialni turli yuklamalar ostida sinab ko'rish tavsiya etilgan. DavST 12021-66 da ko'rsatilgan uchta yuklama nafaqat issiqqa chidamlilikni, balki yuklama oshganda uning pasayish xarakterini aniqlash

imkonini beradi. Shishaimon polimerlarning issiqqa chidamliligi ularning shishalanish haroratidan, kristall tizimga ega bo'lgan polimerlarning issiqqa chidamliligi esa ularning suyuqlanish haroratidan oshmaydi.

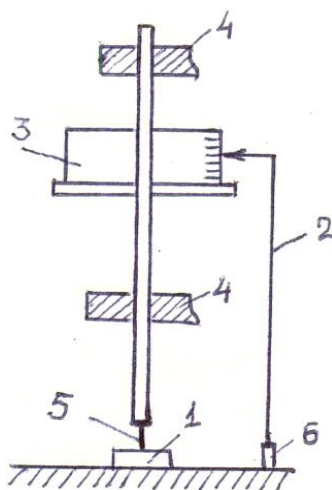
Odatda, polimer materiallarini issiqqa chidamliligi Martens qurilmasi yordamida aniqlanadi (GOST 15089-69).



Martens qurilmasining ko'rinishi: 1-termostat; 2-po'lat chuqurcha (uya); 3-po'lat plita; 4-po'lat qisqich; 5-shtok; 6-yuk; 7-yupqa po'lat sterjen; 8-termometr; 9-millimetrli shkala; 10-ko'rsatgich.

Namuna (brusok) ning **uzunligi 120 mm** va **kesimi 10x15 mm** ni tashkil etadi. U vertikal holatda po'lat plita 3 dagi uya (chuqurcha) 2 da o'rnatiladi. Plita elektr qizdirgich (spirallar) yordamida isitiladigan termostat 1 da joylashtiriladi. Namunaning yuqori qismi (uchi) ga shtok 5 va yuk 6 bilan ta'minlangan po'lat qisqich kiydiriladi. Shtokning erkin uchiga po'lat sterjen 7 va ko'rsatgich 10 tayanadi. Yuk 6 shtokka 5 yuklanadi va namuna kesimida egiluvchi moment ta'sirida 5 MPa ga teng kuchlanish hosil bo'ladi. Martens qurilmasida bir yo'lakay 3 ta namunalarni sinab ko'rish mumkin. Namunalar orasida 2 ta termometr 8 o'rnatiladi. Har ikkala termometr ko'rsatgichlarining o'rtacha arifmetik qiymati olinadi. Termostat ichidagi harorat termoregulyator yordamida 50 °C /soat tezligida oshirilib boriladi. Namuna issiqlik va egilish momenti ta'sirida deformatsiyalanadi, ya'ni egiladi. Bunda shtok 5 ning erkin uchi va sterjen 7 pastga qarab tushadi, ya'ni ko'rsatgich namuna deformatsiyasini shkalada mm larda ko'rsatadi. Harorat va egiluvchi moment ta'sirida namunaning deformatsiyasi oshib boradi. Polimer materialining issiqqa

chidamliligi ko'rsatgichi sifatida 6 mm egilishga mos keluvchi harorat aniqlanadi. O'lchamlari 10 mm dan kichik bo'lmagan disk yoki kvadrat shaklida bo'lgan polimer namunasining qalinligi 3,0-6,5 mm ni tashkil etishi mumkin. Ko'ndalang kesim yuzasi 1 mm² ni tashkil etgan silindrik indenter 9,81 N yoki 49 N yuklama ostida 2 °C /daq. tezlik bilan isitiladigan namuna yuzasiga 1 mm chuqurlikka kirib borish harorati aniqlanadi.



Polimerlarning issiqqa chidamliligini Vika usulida aniqlashda qo'llaniladigan qurilmaning ko'rinishi: 1-namuna; 2-chuqurlik o'lchagich ; 3-yuk; 4-yo'naltiruvchi sterjen; 5-sterjen kalibrlangan igna bilan; 6-qurilma ramasining poydevori. Materialning issiqqa chidamliligi haroratni uzluksiz oshib borish natijasida polimerlarning mexanik xossalarini saqlash qobiliyatini ifodalaydi va harorat bilan belgilanadi. Ushbu haroratda berilgan yuklama ta'sirida deformatsiya aniq bir qayimatiga erishadi. Materialning issiqqa chidamliligini aniqlash usuli qo'yidagilardan iborat: deformatsiyalanuvchi yuklama ostidagi namuna ma'lum tezlik (1°C /daq.) bilan uzluksiz isitib boriladi. Berilgan deformatsiyaga erishish harorati esa materialning issiqqa chidamliligini ifodalaydi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, kichik yuklamalar ta'sirida aniqlangan issiqqa chidamlilik polimerning suyuqlanish haroratiga yaqin bo'lishi mumkin. SHuning uchun ko'pgina holatlarda issiqqa chidamlilik harorati yo'l qo'yiladigan ish haroratining maksimal qiymatidan oshib ketadi. Polimerlarning Vika va Martens usullarida aniqlangan issiqqa chidamliligi natijalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

Polimerlarning issiqqa chidamliligi.

№	Polimer	Issiqqa chidamlilik , °C	
		Vika usulida	Martens usulida
1	Polivinilatsetat	37	—
2	Viniplast	90-95	65-70
3	Politetraforetilen	100-110	—
4	Polimetilmetakrilat	105-115	60-80
5	Polivinil spirt	120	—
6	Poli -2.5-dimetilstirol	142-149	112-125
7	Polipropilen	149	—
8	Difenilolpropan asosida olingan polikarbonat	150-160	115-125
9	Poli-ε-kaproamid	160-180	50-55
10	Poli-4-metilpenten-1	179	—
11	Polistirol	—	80

Jadvaldagi natijalarni solishtirib koʻrganda, ularning bir-biriga mos kelmasligini koʻrish mumkin. Buning asosiy sababi shundaki, issiqqa chidamlilik, avvalambor, oʻlchash usuliga, yuklash rejimiga, yuklamaning kattaliga va taʼsir etish davomiyligiga, haroratni oshirish tezligiga kuchli bogʻliqdir.

Polimer materialining issiqqa chidamliligini quyidagi yoʻllar bilan oshirish mumkin.

1. Polimer zanjiriga aromatik yadrolarni kiritish yoʻli bilan.

2. Polimer makromolekulalari tarkibiga qutblangan guruhlarini kiritish hisobiga molekulalararo va ichki o'zaro molekulyar ta'sirlanishlarni kuchaytirish yo'li bilan.
3. Kondensirlangan sikllar bilan.
4. Ustmolekulyar tuzilmalarni tartiblash yo'li bilan.
5. Polimerning kristallik darajasini oshirish yo'li bilan.
6. Simmetrik tizimga ega bo'lgan dastlabki monomerlardan foydalanish yo'li bilan.
7. Makromolekulalar orasida kimyoviy bog'larni yaratish va ularni tikish darajasini oshirish yo'li bilan.
8. Mustahkamlikni oshiruvchi faol to'ldirgichlarni polimer tarkibiga kiritish yo'li bilan.

Polimer materialini qayta ishlashga tayyorlash (uni maydalash, quritish, aralashtirish va h.) va uni qayta ishlash jarayonida uning makromolekulalari parchalanadi, ya'ni u destruksiya uchraydi. Destruksiya bilan birgalikda materialda tizimlanish yuz berishi mumkin. Natijada suyuqlanmaning qovushqoqligi oshib ketadi. Agar materialda kechadigan destruksiya jarayonlari mexanik kuchlanishlar ta'sirida yuz bergan bo'lsa, mexanodestruksiya, namlik ta'sirida paydo bo'lgan bo'lsa, gidrolitik destruksiya va agar harorat ta'sirida yuz bergan bo'lsa, termodestruksiya deb ataladi. Destruksiya natijasida polimerning molekulyar massasi va molekulyar massa taqsimoti o'zgaradi, qovushqoqligi pasayadi, gazsimon va quyimolekulyar moddalar ajralib chiqadi va olinadigan mahsulotning rangi o'zgarishi mumkin. Mexanik kuchlanishlar maydonida harorat, namlik va kislorod ta'sirida polimerda kimyoviy o'zgarishlar yuz beradi. Ular suyuqlanish paytida va suyuqlanmaning oqishida jadallashadi. Kuchlanish ta'sirida polimerning reaksiyasi ko'pgina holatlarda olinadigan buyumning nafaqat reologik xossalariga va qayta ishlashning harorat – tezlik rejimlarini tanlab olishga imkon beradi, balki uni ishlatish xossalarini belgilab beradi. Qattiq polimer materialining fizik tavsifnomalarini kukunsimon yoki granulalangan xom – ashyoning granulometrik tarkibi, tabiiy qiyalik burchagi, soluvchanligi, zichligi, to'kmaning zichligi, solishtirma hajmi, zichlanish koeffitsienti, namlik darajasi va boshqa ko'rsatgichlar ifodalaydi. Ma'lumki, kukunsimon polimer xom – ashyolari o'zaro to'planib qolish, ya'ni guvalachalar (aglomeratlar) hosil qilish qobiliyatiga egalar. Ular qayta ishlash qurilmalarining bunkerida yopishib olib, osiliqlar hosil qilishi mumkin. Bunday holatlarda materiallarni me'yorlash (dozalash) aniqligi pasayib, olinadigan buyumning o'lchamlari va fizik – mexanik xossalari o'zgarib ketishi mumkin.

Yuqorida sanab o'tilgan ko'rsatgichlarni aniqlashning mohiyati shundaki, ular materialni me'yorlashga, qayta ishlash qurilmasi organlarining materialni ushlab olishiga (masalan, materialni plastikatsiyalashda va ekstruziyalashda, shnekni yuklash qismini to'ldirishga), materialni presslash, tabletkalash va ekstruziyalash yo'li bilan zichlantirishga, dozatorlar konstruksiyasini tanlashga, ekstruderlar, termoplastavtomatlar, tabletkalovchi mashinalar, press-qoliplar bo'shlig'ini va yuklash qismlarini material bilan to'ldirishga katta salbiy ko'rsatadi. Bundan tashqari, ushbu ko'rsatgichlar qattiq materiallarni saqlash va bir joydan ikkin joyga uzatish shartlarini belgilaydi. Masalan, ko'pgina holatlarda ataktik fraksiyalarining miqdori (6 – 9)% mas. dan yuqori bo'lgan kukunsimon PP qayta ishlash nihoyatda qiyin. Uning nafaqat ekstruziyalash va granulalash qayin, balki zarrachalarining sochiluvchanligini pastligi va o'zaro yopishib qolishga moyiligi tufayli, ularni pnevmotransport yordamida reaktorlardan va yuvuvchilardan gomogenizatorlarga, aralashtiruvchilarga va boshqa qurilmalarga uzatish qiyin. Ular ekstruderlarning samarali ishlashiga katta salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Begona moddalar guruhiga quyidagilar kiradi.

- polimer tarkibiga tasodifan qo'shib qolgan mexanik qo'shimchalar: masalan, qurilmalarni tozalash paytida ularga tasodifan kirib qolgan mineral zarrachalar va changlar;

- polimer tarkibiga qolib ketgan katalizator qoldiqlari: masalan, sintez jarayonida qo'llanilgan katalizator polimer kukunlarini yuvishda to'liq yuvilmagan bo'lishi mumkin;

- reaktor va turuboprovodlarning ichki yuzasi va ishqalanish kuchlari ta'sirida polimer material qisman parchalanishi mumkin va natijada polimer tarkibiga boshqa moddalar (masalan, mashina va qurilmalarning eyilishidan hosil bo'ladigan metall zarrachalari) qo'shib qolishi mumkin;

- polimer tarkibiga namlik va boshqa uchuvchan suyuq qo'shimchalar (suv, izopropil spirt va boshqa kimyoviy moddalar) qo'shib qolishi mumkin;

- konservant qoldiqlari qo'shib qolishi mumkin;

- aralashtirgich va granulalanuvchi, hamda polimerlanish jarayonida qo'llaniladigan jihozlar ishga shifatsiz tayyorlaganda, boshqa polimer yoki kompozitsiyaning ma'lum bir miqdori polimer tarkibiga qo'shib qolishi mumkin va hokazolar.

Bunday begona moddalar polimer materialini qayta ishlashga kuchli salbiy ta'sir ko'rsatilishi mumkin. Polimer material tarkibiga ularning mavjudligi, ko'pgina holatlarda, qo'shimcha operatsiyalarni bajarishga, maxsus moslama va qurilmalarni texnologik tizim tarkibiga kiritishni taqazo etadi. Natijada olinadigan mahsulotning sifat ko'rsatgichlari pasayadi, ularning o'lchamlari o'zgaradi, xossalarning barqarorligi yomonlashadi, uning narxi oshib ketishi

mumkin. Olinadigan mahsulot tarkibidan begona moddalarni chetlashtirish maqsadida, hozirgi paytda qayta ishlash jarayonida polimer eritmasi yoki suyuqlanmasi filtrlanadi, quritish, vakuumlash va havosizlantirish yo‘li bilan ular suyuqlanma tarkibidan chetlashtiriladi. Polimer tarkibiga kiritiladigan qo‘shimchalar (barqarorlashtiruvchi moddalar, plastifikatorlar, to‘ldiruvchilar, bo‘yatkichlar, moylovchi va vulqonlanuvchi moddalar, qotirgichlar va boshqa organik va anorganik moddalar) “begona moddalar” guruhiga mansub emas, chunki ular polimer materialining tizimi va xossalarini kerakli darajada o‘zgartirish, ya’ni modifikatsiya qilish uchun ataylab kiritiladi. Ular hisobiga kompozitsiyani qayta ishlash jarayonlarini osonlashtirish va, hatto, polimer materialini tejash mumkin. SHuning uchun bunday qo‘shimchalar maqsadili ingredientlar hisoblanadi.

Gelchalar – bu molekulyar massasi yuqori, makromolekulalari qisman tikilgan va tirishib qolgan polimer zarrachalari bo‘lib, ular qayta ishlash paytida suyuqlanishga ulgurmagan bo‘ladi. Ularning polimer suyuqlanmasi tarkibida mavjudligi parda ishlab chiqarish uchun nihoyatda xavflidir. Masalan, ekstruziyalash va puflash yo‘li bilan olinadigan yupqa pardalar olishda, bir va ikki o‘q bo‘ylab orientarlangan pardalar olishda, polimerni yuqori elastiklik holatda cho‘zish yoki suyuqlanmani cho‘zish yo‘li bilan olinadigan tola va pardalarni cho‘zish paytida, ularning parchalanishi yoki uzilishi aynan mana shu gelchalardan boshlanadi. Suyuqlanishga ulgurmagan tirishib qolgan gelchalar granulalangan xom – ashyo tarkibida ham, bevosita qayta ishlash jarayonida ham, hosil bo‘lishi mumkin. Ularni buyum tarkibidan chetlashtirish uchun polimer suyuqlanmasi harorat – tezlik qayta ishlash ko‘rsatkichlarini o‘zgartirish yo‘li bilan, filtrlar paketi yoki panjara yordamida filtrlanadi.

Plastmassalarning texnologik xossalari.

Plastmassalarning va, umuman, polimerlarning asosiy texnologik xossalarini ifodalovchi ko‘rsatkichlar quyidagilardan iborat.

1. Materialning oquvchanligi.
2. Suyuqlanmaning oquvchanlik ko‘rsatkichi (SOK).
3. Buyumni qotish tezligi (buyumni qolipda saqlash davomiyligi).

Materialning qayta ishlashga qobiliyatini ifodalovchi asosiy ko‘rsatkichlardan biri– uning oquvchanligidir. Oquvchanlik polimerlarni ruxsat etilgan haroratlar va bosimlar ta’sirida kanallarda oqish va pressqolipni to‘ldirish qobiliyatini ifodalaydi. Polimerlarning oquvchanligi polimer materialining tabiatiga, kimyoviy tarkibi va tuzilishiga, uning tarkibiga kiritilgan qo‘shimchalar

(plastifikatorlar, to'ldirgichlar, barqarorlashtirgichlar, moylovchi va boshqa moddalar) ning turi, shakli, miqdori va o'lchamlariga bog'liqdir. Masalan, to'ldirgich miqdori oshganda, polimerning oquvchanligi pasayadi. Aksincha, plastifikatorning miqdori oshganda, plastifikatsiyalangan polimerning oquvchanligi oshadi. To'ldirilgan polimerlarning oquvchanligini oshirish uchun ularning tarkibiga moylovchi moddalar (masalan, olein kislota, stearin va boshqa moddalar) dan kiritiladi. Oquvchanlik ko'rsatgichi polimerlarni presslash uchun maqbul qayta ishlash rejimini tanlash, ya'ni harorat va bosimni to'g'ri tanlash imkonini beradi. Materialning oquvchanligi past bo'lsa, pressqolip suyuqlanma bilan to'lmay qolishi mumkin. YUqori oquvchanlikka ega bo'lgan materiallardan murakkab konfiguratsiyali va armaturali buyumlar presslanadi. Termoreaktiv polimerlar (qatronlar va presskukunlar) ning texnologik xossalarini ifodalovchi asosiy ko'rsatgichlaridan biri – ularning oquvchanligidir. YUqori oquvchanlikka ega bo'lgan materiallar nisbatan kichik bosimlar ostida presslanadi. Bunda ular turli murakkab tuzilishga ega bo'lgan pressqoliplarni yaxshi to'ldiradilar. Natijada buyum yuzalarida nihoyatda kichik belgilar, raqamlar, detallar va rezbalar yaxshi shakllanadi. Tajribada materialning oquvchanligini aniqlash uchun Rashig usulidan keng qo'llaniladi. Rashig usuli bo'yicha maxsus pressqolipda standart sharoitda yupqa sterjen presslanadi. Buning uchun massasi 7 – 10 g ga teng bo'lgan tabletkasimon material oldindan kerakli haroratgacha qizdirilgan pressqolipda joylashtiriladi va qolipga darhol (pauzasiz) bosim berib, uni presslash jarayoni oxiriga etgunga qadar doimiy saqlanadi. Har bir press – material uchun aniq presslash rejimi (harorat, bosim, presslash davomiyligi) tanlanadi. Presslash rejimi tajribada aniqlanadi. TPress – qolip ochilgandan so'ng, presslangan sterjenning uzunligi shtangensirkul yordamida mm larda o'lchanadi va u materialning oquvchanligini ifodalaydi. SHuni ham inobatga olish kerakki, Rashig usulida aniqlangan materialning oquvchanligi ko'pgina omillarga bog'liq. Ammo turli teng holatlarda suyuqlanmaning qovushqoqligi va uning qotish tezligi hal qiluvchi ahamiyatga ega. Bu esa, Rashig usulida aniqlangan texnologik xossa natijalaridan nafaqat presslash rejimini to'g'ri tanlashga, balki materialni qayta ishlashga yaroqliligini aniqlashga imkon beradi. Umuman olganda, ma'lum harorat va bosim ostida yoki o'zaro ta'sirlanuvchi ba'zi – bir moddalar (masalan, qotirgichlar) yordamida polimerni qattiq, suyuqlanmaydigan va eritgichlar ta'sirida erimaydigan holatga o'tishiga, qotish deb ataladi. Namunani to'liq qotishiga sarflangan vaqt bo'yicha materialning qotish tezligi aniqlanadi. Qotish tezligi yoki buyumni qolipga saqlash davomiyligi (vaqti) termoreaktiv materiallarning asosiy texnologik xossalarini ifodalovchi ko'rsatgichlardan biri hisoblanadi.

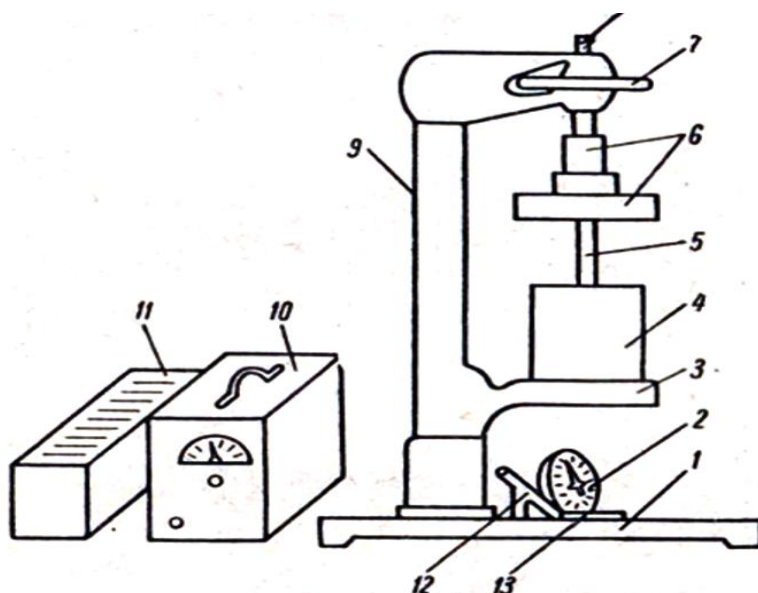
Presslangan namunalarning kimyoviy va fizik – kimyoviy xossalariga qarab, qotish tezligini turli usullarda aniqlash mumkin.

1. Kimyoviy usullar. Bu guruhga brom sonini aniqlash usuli va namunalarni suvda qaynatilgandan keyin, xossalarini aniqlash usuli kiradi.

2. Fizik – kimyoviy usullar. Bu guruhga ekstraksion usul hamda standart namunalarni presslash usullari (“disk usuli” va “stakancha usuli”) kiradi.

Qotish tezligini va materialni qovushqoq – oquvchan holatda saqlash davomiyligi (“hayot vaqti”) ni aniqlash uchun I.F.Kanavets plastometridan qo‘llaniladi. Ushbu plastometrning ishlash prinsipi presslash jarayonida qovushqoqlik koeffitsientini o‘zgarib borishini qayd qilishga asoslangan. Bunda sistemaning qovushqoqligi doimiy deformatsiyalanish tezligida materialning siljishiga ko‘rsatadigan qarshiligini o‘zgarishi bo‘yicha aniqlanadi. Qotish tezligini aniqlash uchun maxsus press – qolipda konussimon stakancha presslanadi. Bunda qolipning yopilishidan to uning ochilishigacha sarflangan vaqt soniyalarda o‘lchanadi. Uchta nuqsonsiz stakanchalarni olishga sarflangan minimal vaqtni namuna qilinligi nisbatiga, qotish tezligi deyiladi va (s/mm) o‘lchov birligida o‘lchanadi. SHuni alohida ta’kidlash kerakki, qotish tezligi press – materialning tabiati, kimyoviy tarkibi, tuzilishi, xossalariga, hamda texnologik omillar (qizdirish chuqurligi, materialni oldindan qizdirib olinishi, qisqa muddatli presslash (podresssovkalar) ni amalga oshirilganligi) ga bog‘liqdir. Masalan, novolak fenol presskukunlar uchun qotish tezligi (15 – 20) s/mm, aminoplastlar uchun esa (30 – 60) s/mm ni tashkil etishi mumkin.

Termoplastik polimerlarning asosiy texnologik xossalarini ifodalovchi ko‘rsatgichlardan biri – suyuqlanmalarining oquvchanlik ko‘rsatgichi (SOK) yoki suyuqlanma indeksi hisoblanadi. SOK viskozimetr yordamida aniqlanadi



Termoplastlar suyuqlanmalarining oquvchanlik ko'rsatgichi (SOK) ni aniqlash qurilmasi: 1-tayanch plita; 2-soniyao'lchagich (sekundomer); 4-ekstruzion plastometr; 5-porshen; 6-yuklar; 7-shturval; 8-porshenni tushirish va ko'tarish vinti; 9-kolonna; 10-kontaktsiz harorat o'lchagich; 11-FSN-200 rusumli barqarorlashtirgich (stabilizator); 12-ko'zguli qaytargich; 13-oina.

SOK deganda, viskozometrning standart kapillyari (4) orqali 10 daqiqa vaqt davomida tashqi yuklama (6) ta'sirida siqib chiqariladigan polimer massasi tushuniladi va (g/10 daq.) o'lchov birligida o'lchanadi. Plastometr kanalida materialni suyuqlantirish uchun elektr qizdirgichlar yordamida kerakli harorat hosil qilinadi va u kontaktsiz avtomatik rostlagich yordamida aniq (doimiy) saqlanadi. Plastometrda siljish tezligi $2 - 5 \text{ s}^{-1}$, ekstruderlarda esa $50 - 250 \text{ C}^{-1}$ ni tashkil etishi mumkin. Davlat standarti 11645 – 65 ko'rsatmalariga asosan, kapillyarning uzunligi $8 \pm 0,025 \text{ mm}$, diametri $2,095 \pm 0,005 \text{ mm}$, viskozimetr silindrining ichki diametri $9,54 \pm 0,016 \text{ mm}$ ni tashkil etadi. Porshen (5) ga ta'sir etuvchi yuklama (6) 21,6, 50 va 100 N ni tashkil etishi mumkin. Ko'pgina holatlarda polimerlarning SOK lari 190°C va 21,6 N kuch ostida aniqlanadi. Bu viskozimetr kapillyari devoriga 13,5 – 16 kPa siljish kuchlanishi bilan ta'sir etadi. Termoplastik polimerlar suyuqlanmalarining oquvchanlik ko'rsatgichini (SOK) aniqlashning ahamiyati shundaki, birinchidan, SOK dan polimerning o'rtacha massaviy molekulyar massasini hisoblash uchun foydalanish mumkin; uning o'zgarishi esa, polimerda yuz bergan o'zgarishlardan darak beradi. Ikkinchidan, SOK kattaligi (M) dan suyuqlanmaning samarali (effektiv) qovushqoqligini (η) hisoblash mumkin:

$$\eta = \frac{0,5G \cdot \rho}{M}$$

bu erda η – suyuqlanmaning samarali qovushqoqligi, $\text{N} \cdot \text{s} / \text{m}^2$;

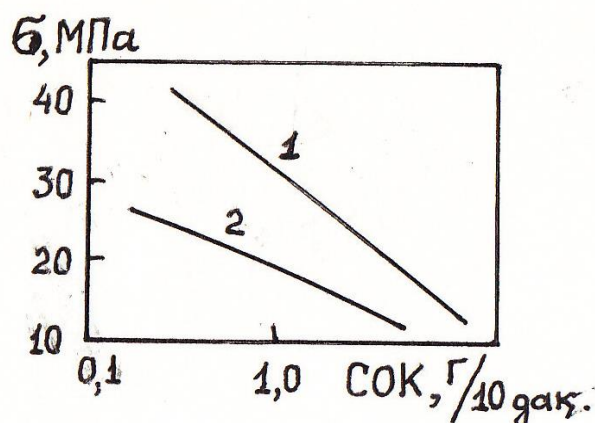
G – porshendagi yuklama, N;

ρ – suyuqlanmaning zichligi, kg / m^3 ;

M – suyuqlanmaning oquvchanlik ko'rsatgichi, $\text{kg} / 10 \text{ daq.}$

Uchinchidan, SOK ni aniqlash – materialni maqbul qayta ishlash rejimi (T, R, ekstruziyalash tezligi) ni tanlash imkonini beradi. To'rtinchidan, barcha polimer turlarini SOK lariga qarab, ularni qayta ishlash usullarini belgilab berish mumkin. Masalan, $\text{SOK} < 2 \text{ g} / 10 \text{ daq.}$ ni tashkil etgan poliolefinlar (ZUYUPE, PP) (yuklama 21,6 N, harorat 190°C yoki 230°C da aniqlangan) presslash

usulida qayta ishlashga tavsiya etiladi. $SOK = 0,2 - 1,0 \text{ g/10 daq.}$ ni tashkil etadigan poliolefinlar ekstruziyalash usulida, $SOK = 1 - 4 \text{ g/10 daq.}$ ni tashkil etadigan poliolefinlar esa bosim ostida quyish usulida qayta ishlashga tavsiya etiladi. $SOK > 5 \text{ g/10 daq.}$ ni tashkil etadigan polimerlar tola hosil qiluvchilar bo‘lib, tolalar ularning suyuqlanmalaridan olinadi. SHuni ham alohida ta’kidlash kerakki, qayta ishlash haroratini (suyuqlanma haroratini) va siljish kuchlanishini (yuklamani) o‘zgartirish yo‘li bilan SOK ni va suyuqlanmaning qovushqoqligini kerakli darajada o‘zgartirish mumkin. SHuni alohida ta’kidlash kerakki, polimer kompozitsiyalarini tayyorlash va ularni qayta ishlash jarayonlari hamda bosqichlarini faqatgina bitta texnologik xossa yordamida ifodalab bo‘lmaydi, balki ularning majmui bilan aniqlanadi. Albatta, qayta ishlash jarayonlarning turli bosqichlarida u yoki bu ko‘rsatgich yoki xossa alohida ahamiyatga molik bo‘lishi mumkin, ammo polimerning, xususan, uning asosida olingan kompozitsiyalarning texnologik xossalarini ifodalovchi yagona universal va ishonchli ko‘rsatgich mavjud emas. Bundan tashqari, polimer kompozitsiyalarini tayyorlash va ularni qayta ishlash uchun faqatgina texnologik xossalarini aniqlash etarli emas. Texnologik xossalar va ularning real qayta ishlash rejimida o‘zgarishini aniqlash va standartlashtirilgan ko‘rsatgichlar asosida ushbu o‘zgarishlarni hisoblash tenglamalarini ilmiy asoslab berish katta amaliy ahamiyatga ega. Masalan, hozirgi paytda, termoplastlar guruhiga mansub bo‘lgan polimer materiallarining reologik xossalarini (qovushqoqlik xossalarini) yagona standartlashtirilgan ko‘rsatgichi – suyuqlanmasining oquvchanlik ko‘rsatgichi (SOK) hisoblanadi. Materialning issiqqa chidamliligini aniqlash uchun, oxirgi yillarda, “issiqqa chidamlilik vaqti” yoki “induksiya vaqti” aniqlanadi. Uni aniqlash uchun viskozimetrning rezervuari (**“bomba”si**) da yoki ekstruzion plastometrda polimer qayta ishlash harorati ta’sirida saqlanadi va samarali (effektiv) qovushqoqligining keskin pasayib ketish vaqti aniqlanadi. Agar suyuqlanmaning oquvchanlik ko‘rsatgichi (SOK) katta bo‘lsa, molekulyar massa va qovushqoqligining pasayganidan dalolat beradi. Aksincha, SOK kichik bo‘lsa, materialning cho‘zilishdagi mustahkamligi oshadi



Polimerlarning cho‘zilishdagi mustahkamligining suyuqlanmalarining oquvchanlik ko‘rsatgichi (SOK) ga bog‘liqligi: 1 – chiziqli zichligi past polietilen; 2 – zichligi past polietilen.

Polimer materialining texnologik xossalari quyidagi omillarga bog‘liq.

1. Polimerlarning fundamental tavsifnomalariga.
2. Materialni qayta ishlashga tayyorlash shartlariga.
3. Qayta ishlash jarayonlarining ko‘rsatgichlariga.

1. Polimerlarning kompleks texnologik xossalarini ularning kimyoviy tuzilishi va molekulyar ko‘rsatgichlari aniqlaydi, chunki ular molekulalarning qutblanganligiga, makromolekulyar zanjirlarning bikuluvchanligiga va erkin hajmga, ya’ni materiallarning fundamental tavsifnomalariga bog‘liq. SHu erda bir narsani alohida ta’kidlab o‘tish kerakki, polimerlarning texnologik xossalarini ifodalovchi ko‘rsatgichlarni o‘zgarmas fizik yoki fizik – kimyoviy kattaliklar deb, qabul qilmaslik kerak. CHunki ushbu ko‘rsatgichlarga ularni aniqlash sharoitlari (namlik, bosim, harorat va b.), hamda qayta ishlash jarayonlarning ko‘rsatgichlari (deformatsiyalovchi kuchlanish va uning materialga ta’sir etish davomiyligi, materialni qizdirish va sovutish tezliklari, kuch – tezlik ta’sir etish davomiyligi) kuchli ta’sir ko‘rsatilishi mumkin. 2. Polimerlarning texnologik xossalari ularni qayta ishlashdan oldingi holatiga (granulometrik tarkibiga, namlik darajasiga, qo‘shilmalarning miqdori va o‘lchamlariga va b.) bog‘liqdir.

3. Polimer materallarining texnologik xossalari qayta ishlash jarayonlarning ko‘rsatgichlariga bog‘liq.

Qayta ishlash jarayonlarning ko‘rsatgichlariga quyidagilar kiradi.

1. Bosim.
2. Harorat.
3. Jarayonning davomiyligi (uning tezligi).

Hozirgi paytda yarim mahsulot va buyum olish jarayonlarida polimerning tabiatiga, kompozitsiyaning tarkibiga, qayta ishlash usullariga va olinadigan buyum turiga qarab, bosim keng miqyosda o‘zgartiriladi. Masalan, erkin quyish paytida (ya’ni, ochiq qoliplarda buyum olishda), polimer pastalarini (ko‘pincha

PVX plastizollarni) quyish yo'li bilan shakllantirishda, polimer eritmalaridan parda olish paytida va shunga o'xshagan jarayonlarda massa bosimi 0,1 MPa dan oshib ketishi kam holatlarda uchraydi. Bunday quyish usuliga, bosimsiz yoki past bosimli quyish deb ataladi. Polimer materialini bosim ostida quyishda quyish mashinalarida yoki termoplastavtomastlarda bosim bir necha yuz barni, yuqori bosimli quyish jarayonida (ya'ni, yuqori va o'ta yuqori bosimlar ostida quyishda) esa, bosim bir necha kilobar va undan yuqori bo'lishi mumkin. Eslatib o'tamiz: $1 \text{ bar} = 0,1 \text{ MPa} = 10^5 \text{ Pa}$. Polimer quvurlarni, shlang, plita va varaqalarni ekstruziyalash yo'li bilan olishda bosim 5 – 30 MPa atrofida, yupqa polimer pardalarni olishda esa, 15 – 40 MPa ni tashkil etishi mumkin. Ma'lumki, polistirol, poliolefinlar (ZPPE, ZYUPE, PP, o'ta yuqorimolekulyar PE), ftoroplastlarni suyuqlanmasining qovushqoqligi yuqori bo'ladi. Bundan tashqari, ko'pgina holatlarda suyuqlanmaga kiritilgan to'ldirgich zarrachalari uning qovushqoqligini oshirib yuboradi. Bunday materiallardan buyum olishda bosim keng miqyosda oshiriladi. Qovushqoqligi past polimerlarni qayta ishlashda (masalan, PETF, poliamidlarning barcha turlari), kichik bosim talab qilinadi. Buning asosiy sababi shundan iboratki, molekulyar massasi va qovushqoqligi past polimer eritmaları yoki suyuqlanmalarining oquvchanligi yuqori bo'ladi. Bundan tashqari, eritma yoki suyuqlanma oqadigan kanal yoki quvurning ko'ndalang kesim yuzasi kichik bo'lsa, ozgina siljituvchi kuch ta'sirida yuqori bosim hosil qilish mumkin, chunki bosim R kanalning ko'ndalang kesim yuzasi S ga teskari proporsionaldir. Qayta ishlash jarayonlarni jadallashtirish, qayta ishlash qurilmalari (presslar, ekstruderlar, kalandrlar va boshqalar) ning ishlash samaradorligini oshirish va ishga chidamli polimer materiallari va ular asosida olinadigan buyumlarning eksplutatsion xossalarini yaxshilashda, qayta ishlash haroratining o'rni beqiyosdir. Qayta ishlash harorati polimer materialining kimyoviy tarkibiga, tizimiga, agregat holatiga, molekulyar massasi va molekulyar massa taqsimotiga, issiqqa chidamliligiga va shunga o'xshagan bir qator ko'rsatgichlariga bog'liq bo'lib, u bosimga o'xshagan, qayta ishlash paytida keng miqyosda o'zgarib ketishi mumkin. Buning asosiy sababi shundan iboratki, polimer tarkibiga kiritilgan qo'shimchalar, ularning miqdori, polimer hajmiga taqsimlanishi va ularni qayta ishlashga tayyorlash bosqichlari qayta ishlash haroratiga kuchli ta'sir ko'rsatilishi mumkin. SHuning uchun hatto bitta polimer material va uni qayta ishlash qurilmasi uchun qayta ishlashning yagona va maqbul haroratini ko'rsatish qayin. Qayta ishlash qurilmalarining turli qismlarida (masalan, bosim ostida quyish paytida) harorat har xil bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, olinadigan buyum yoki yarim mahsulotning keyingi qo'llanish yo'nalishiga qarab, qayta ishlash harorati o'zgarishi mumkin. Masalan, ZPPE dan ekstruziyalash va engni puflash yo'li bilan parda olish

uchun harorat 140 – 190 °C atrofida bo‘lishi mumkin. Ammo qayta ishlash qurilmasining yuklash qismida materialni shnek yaxshi ushlab olishini ta’minlash uchun nisbatan pastroq harorat o‘rnatiladi. Polimer suyuqlanmasini begona moddalardan tozalash maqsadida (uni filtrlash maqsadida) mashinaning silindri va aylanma kallak kesimi o‘rtasida yuqori harorat o‘rnatiladi. Ekstruder silindrining turli qismlarida harorat ketma-ket oshirilib boriladi. YAssi teshikli shakl beruvchi moslama orqali PE pardasini ekstruziyalash suyuqlanma qovushqoqligini pasaytirishni talab qiladi. Buning uchun kallakdagi harorat 220 – 230 °C atrofida bo‘ladi. Qog‘oz, metall folga va boshqa shunga o‘xshagan tagliklarni suyuqlantirilgan yupqa PE pardasi bilan qoplash uchun polimer suyuqlanmasi 290 – 310 °C gacha qizdiriladi. Bundan asosiy maqsad – birinchidan, suyuqlanmaning samarali (effektiv) qovushqoqligini pasaytirish va yupqa pardani shakllanishini osonlantirishdan iborat, ikkinchidan, polimer suyuqlanmasi taglikka yaxshiroq adgeziya bo‘lishini ta’minlashdan iborat. Polimer suyuqlanmalarini yangi tortilgan asalga yoki past haroratlarda saqlangan paxta yog‘iga qiyoslash mumkin. YOg‘ni qizdirilganda, u oddiy suvga o‘xshab ketadi, chunki harorat oshganda, uning qovushqoqligi pasayadi. YUqori haroratlar ta’sirida yog‘dan tutun chiqadi, ya’ni harorat ta’sirida chidamsiz komponentlari parchalanadi. Xuddi mana shu hodisani polimer suyuqlanmalarida ham kuzatish mumkin: harorat oshganda, polimer suyuqlanmasining qovushqoqligi pasayib, u nihoyatda oquvchan bo‘ladi. Agar harorat o‘zgaruvchan bo‘lsa, unda polimer suyuqlanmasi tarkibidan bug‘ yoki gazlar ajralib chiqadi. Bu hodisa uning termodestruksiya uchraganligidan (ya’ni, uning makromolekulalari harorat ta’sirida parchalanganidan) darak beradi. Mana shu muammoning oldini olish maqsadida polimer materiallari va ularning kompozitsiyalarini qayta ishlash jarayonida qayta ishlash haroratini doimiy saqlashga urinadilar. Texnologik amaliyotida bunday urinishlar quyidagi 2 ta asosiy aqidalarga asoslangan. Birinchidan, qayta ishlash harorati yuqori bo‘lganda, shakl beruvchi moslama orqali yuqori qovushqoqlikka ega bo‘lgan suyuqlanmani siqish paytida, qayta ishlash qurilmasi ortiqcha yuklanmaydi va uning ishlash samaradorligi oshadi. Ikkinchidan, qayta ishlash harorati past bo‘lganda, termodestruksiya jarayonlarining xavfliligi pasayib, olinadigan buyumning fizik – mexanik xossalariga uning salbiy ta’siri kamroq bo‘ladi. Bu esa, mexanik maydonlar ta’sirida termodestruksiya kuchli moyil bo‘lgan bir qator polimerlar (PP, PVX va ular asosida olingan kompozitsiyalar) uchun katta ahamiyatga ega. CHunki bunday polimerlarning suyuqlanish va destruksiyanish haroratlari orasidagi oraliq (interval) nihoyatda tordir. YA’ni, ushbu haroratlar orasidagi farq nihoyatda kichikdir. Bunday holatlarda qayta ishlash harorati o‘zgaras bo‘lishi kerak. Aks holda, material suyuqlanishga

ulgurmasdan parchalanib ketishi mumkin. Polimer materiallarini qayta ishlash masalalari bilan shug'ullanib kelayotgan mutaxassislar "ekstruziyalash mintaqasi" tushunchasini ko'proq takrorlaydilar. "Ekstruziyalash mintaqasi" – bu polimerning suyuqlanish haroratidan (ya'ni, qovushqoq – oquvchan holatiga o'tish haroratidan) to uning destruksiyanish haroratigacha bo'lgan oraliqdir. "Ekstruziyalash mintaqasi" ko'pgina termoplastlar uchun nihoyatda kengdir. Ushbu mintaqaning harorati qo'llaniladigan qayta ishlash qurilmalarining turiga, polimer kompozitsiyaning tarkibiga, barqarorlashtiruvchi moddalarning samaradorligiga va boshqa omillarga bog'liqdir.

Ammo qayta ishlash haroratini aniq belgilash va saqlash uchun quyidagi talablar mavjud.

1. Agar qayta ishlash harorati belgilangan haroratdan farq qilsa, unda jarayonning barqaror kechishi buziladi va olinadigan buyumning sifat ko'rsatgichlari yomonlashadi. Chunki polimerlarning ko'pgina texnologik xossalari haroratga kuchli bog'liqdir. Xususan, issiqqa uncha chidamli bo'lmagan polimerlarni qayta ishlashda T ning o'zgarishi maqsadga muvofiq emas. Chunki bunday polimerlar uchun qovushqoq – oquvchanlik harorati T_0 dan to uning destruksiyanish harorati T_d gacha bo'lgan oraliq nihoyatda tordir. Ekstruziyalash mintaqasi haroratlari oraliq'ining torligi PVX, poliizopren gidrokloridi va shunga o'xshagan polimerlarni qayta ishlash jarayonlarini qiyinlashtiradi va u hatto an'anaviy texnologik usullardan foydalanish imkoniyatini cheklab qo'yadi. Bunday polimer materiallarini qayta ishlash uchun yuqori samarali termostabilizatorlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir va haroratning o'zgarishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Haroratning o'zgarish aniqligi $\pm 0,5^0C$ dan oshmasligi kerak.

2. Polimer materiallarning qayta ishlashning o'ziga xos qiyinchiligi shundan iboratki, ularning suyuqlanmalari haroratning o'zgarishiga nihoyatda sezgirlar. Mana shu sezgirlikni qovushqoq–oquvchanlikning faollanish energiyasi E_τ ifodalaydi. U qovushqoqlik koeffitsientining haroratga bog'liqligi grafigidan aniqlanadi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, qovushqoq oqishning faollanish energiyasi bu shunday energiyaki, issiqlik energiyasining fluktuatsiyasi tufayli makromolekula segmenti qabul qilib, segmentni o'rab turgan qo'shnilaridan ajralishiga sarflanadi. Aslida, bu energiya barcha polimerlar uchun bir xil emas. Masalan, PE uchun $E_\tau = 46-53$, PS uchun 92-96, PVX uchun 146 va atsetat sellyuloza uchun 292 kJ/mol ga tengdir. Bu energiya kimyoviy bog'lar (S-S bog'lar) ning energiyasi (250-334 kJ/mol) dan ancha kichikdir. Qovushqoq oqishning faollanish energiyasining fizik ma'nosi shundan iboratki, bu energiya

qovushqoqlikni haroratga qanchalik bog‘liq ekanligini ifodalaydi. Demak, bu energiya qanchalik katta bo‘lsa, harorat ortishi bilan qovushqoqlik shuncha kuchli pasayadi. Masalan, PE suyuqlanmasini qayta ishlash paytida uning oqishi termodestruksiyasiz (S-S bog‘larning parchalanishsiz) yuz beradi, ammo atsetat sellyulozani qayta ishlashda esa uning oqishi va termodestruksiyasi taxminan bir xil tezlik bilan kechishi mumkin. SHuning uchun ATS pardalari uning suyuqlanmasidan emas, balki eritmasidan olinadi. Harorat ortishi bilan PVX ning qovushqoqligi PE nikiga nisbatan tezroq pasayadi, chunki PVX uchun $E_{\tau} = 146 \text{ kJ/mol}$, PE uchun esa $92\text{--}96 \text{ kJ/mol}$ ga teng, ya’ni ancha kattadir. SHuni ham inobatga olish kerakki, qovushqoq oqishning faollanish energiyasining katta yoki kichikligidan qat’i nazar, har qanday polimer uchun uning qovushqoqligini pasaytiruvchi asosiy omil–harorat hisoblanadi. Harorat $60\text{--}80^{\circ}\text{C}$ ga oshganda PE qovushqoqligi 10 marotabagacha pasayishi mumkin. SHuning uchun polimer suyuqlanmalarini qayta ishlaganda iloji boricha haroratni oshirishga intiladilar. Buning uchun polimerning termodestruksiyaga uchrashishi harorati inobatga olinadi va ushbu haroratni pasaytirish uchun maxsus samarali barqarorlashtirgich (stabilizator) lardan qo‘llaniladi. SHuni ham alohida ta’kidlash kerakki, makromolekuladagi segmentlarning atrof-muhit bilan o‘zaro ta’sirlanishi orqali faollanish energiyasi aniqlanadi va shuning uchun bu energiya segmentlar soniga, ya’ni polimerning molekulyar massasiga bog‘liq emas. Ammo polimerni hosil qilish usuli makromolekulalarining tarmoqlanishiga va tizimiga ta’sir qilganda, u faollanish energiyasiga ham o‘z ta’sirini ko‘rsatilishi mumkin. SHuning uchun ZPPE va ZYUPE lar uchun E_{τ} kattaligi bir xil emas. Agar mana shu energiya kichik ($25\text{--}30 \text{ kJ/mol}$ atrofida) bo‘lsa (masalan, ZPPE), unda polimer materialini qayta ishlash jarayonida haroratni rostlovchi sistemalardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Bunday sistemalar ekstruderning turli qismlarida haroratni $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ga o‘zgartirishni ta’minlab berish qobiliyatiga ega.

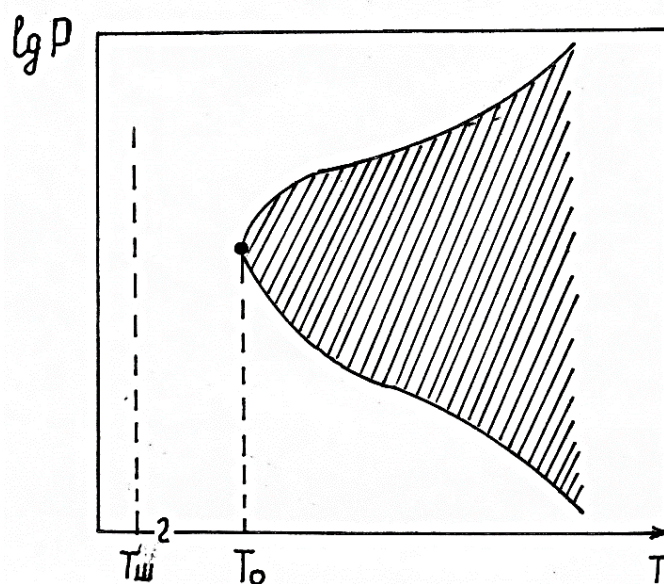
3. Agar qovushqoq oquvchanlikning faollanish energiyasi nisbatan kattaroq ($E_{\tau} = 42\text{--}50 \text{ kJ/mol}$ atrofida) bo‘lsa (masalan, ZYUPE, PP), haroratni rostlovchi sistemalarning xatoligi $\pm 2^{\circ}\text{C}$ dan ham kichik bo‘lishi kerak. Poliamidlar uchun ($E_{\tau} = 61\text{--}70 \text{ kJ/mol}$) haroratni rostlovchi sistemalarning xatoligi $\pm (1\text{--}2)^{\circ}\text{C}$ atrofida, polistirol uchun esa, ushbu xatolik $\pm 1^{\circ}\text{C}$ dan ham kichik bo‘lishi kerak.

4. Agar polimer materiali qayta ishlash jarayonida issiqlik va mexanik destruksiyaga uchraydigan bo‘lsa (masalan, PVX va uning asosida olinadigan kompozitsiyalar), unda haroratni rostlovchi sistemalarning xatoligi $\pm 5^{\circ}\text{C}$ dan oshmasligi kerak. Aks holda, yuqori sifatli va ishga chidamli buyumlar olish jarayonlari qiyinlashadi.

1.3. TERMAPLAST VA TERMOREAKTIV POLIMERLAR HAQIDA TUSHUNCHA.

Presslash usuli termoplastlarni qayta ishlashning eng qadimiy usullaridan biridir. Ushbu usuldan sellyuloid, viniplast va boshqa termoplast materiallardan buyum olishga keng qo'llanilgan. Presslash usulidan foydalanib, qalin varaqalar, bloklar, tiniq buyumlar, qalin devorli murakkab konfiguratsiyali va kesimlari o'zgaruvchan buyumlar, mexanik ishlov beriladigan oddiy buyumlar, ba'zi bir ko'pikli plastik turlaridan buyumlar, abraziv to'ldirgichlar saqlagan materiallardan buyumlar olinadi. Masalan, bosim ostida qo'yish usulidan foydalanib, optik shaffof (tiniq) buyumlar olish qiyin, chunki bunda makromolekulalar orientirlanadi va buyum tiniqligini yo'qotadi. Bunday buyumlar olishda presslash usulidan foydalaniladi. YUqori molekulyar massaga ega va suyuqlanmasining oquvchanligi past bo'lgan termoplastlardan, amorf va kristallanuvchi polimer materiallaridan buyum olishda, ko'pincha presslash usulidan qo'llaniladi. Presslash uchun granulalangan, tabletkalangan va kukunsimon materiallardan qo'llaniladi. Ishlash samaradorligini oshirish maqsadida ular jo'valarda yoki ekstruderlarda oldindan qizdirib olinadi. Varaqa va bloklar olish uchun ko'pincha jo'valangan yoki kalandrlangan pardalardan yoki tasmalardan qo'llaniladi. Buyum gidravlik presslarda qo'yiladigan pressqoliplarda shakllantiriladi. Varaqa va bloklarni presslab olishda qavatli presslardan foydalaniladi. Ularda suyuqlanma oqib ketmasligi uchun cheklovchi ramkalar bo'ladi yoki material sayqallangan toza metall plitalari orasida presslanadi. Xususan, issiqqa chidamsiz termoplastlardan buyum olishda **kompression presslash va quyib presslash usulidan** qo'llaniladi. Bunda, oldindan qizdirib olingan material sovuq yoki qizdirilgan pressqolipga yuklanib, pressqolip nihoyatda katta tezlik bilan **0,1 soniyada** yopiladi. Natijada presslanadigan material nihoyatda katta zarba kuchi ostida pressqolip bo'shlig'ini kimyoviy oqish tufayli to'ldiradi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, reaktoplastlarni presslash usulidan farqli o'laroq, termoplastlarni presslashda kimyoviy reaksiyalar kuzatilmaydi va uchuvchan moddalar ajralib chiqmaydi. Pressqolipda suyuqlanmaning soviyishi natijasida u qotib qoladi va buyum shakllanadi. Bundan tashqari, termoplastlarni presslashda ishlatiladigan pressqoliplarda qolipni ajratish tekisligidan suyuqlanmani chiqishini oldini olish uchun kichik tirgich va havo chiquvchi kanallar bo'ladi. Bundan tashqari, pressqolipda qizdirgich elementlari va sovutuvchi kanallar bo'ladi. Ular buyumni bir tekis qizdirish va sovutishni ta'minlaydi. Termoplastlardan presslangan buyumlar yaxlit bo'lishlari (qo'pikli plastiklar bundan mustasno!) va ularni shishalanish haroratidan yuqriroq haroratlarda isitilganda, shakl va andozalarini saqlab qolishlari kerak. Kukunsimon va granulalangan materiallardan yaxlit va

tiniq buyumlar olish uchun presslash bosimi va harorati orasida bog‘liqlikdan foydalaniladi.



Termoplastlarni presslash bosimi logarifmining presslash haroratiga bog‘liqligi: T_{sh} – polimer materialining shishalanish harorati; T_o – uning oquvchanlik harorati.

SHtrixlangan hudud – materialning haqiqiy presslanishini ifodalaydi.

Ushbu grafikning mohiyati shundan iboratki, u materialning haqiqiy presslash chegaralarini yoki hududini aniqlab beradi. Grafikdagi 1 – egri chiziqli materialning oqishini ifodalaydi (ya’ni, zarrachalar orasida fizik chegaraning yo‘qligidan darak beradi). Ma’lumki, presslash harorati oshganda, material oquvchan bo‘lib, presslash bosimi pasayib boradi. 2 – egri chiziqli esa, yuqori (100 MPa dan yuqori) bosimlarda makromolekulalarning bikirligi oshganidan va oquvchanligini pasayganidan dalolat beradi. Har ikkala egri chiziqlar tutashgan nuqta materialning oquvchanlik harorati T_o ga mos keladi va egri chiziqlarning qiyaligi oquvchanlikka ta’sir etuvchi omillar (polimerning molekulyar massasiga, plastifikator va to‘ldirgichlarning miqdoriga va boshqa omillar) ga bog‘liqdir.

Polimerning shishalanish T_{sh} va oquvchanlik T_o haroratlari oralig‘ida presslangan buyumlar xiralashadi va ularni T_{sh} dan yuqoriroq haroratlarda qizdirilganda, ular presslash paytida makromolekulalarning harakatchanligini pasayganidan yig‘ilgan va relaksatsiyalanmagan ichki qoldiq kuchlanishlar ta’sirida yoriladi (darz ketadi). Materialni bosim ostida saqlash davomiyligi oshganda, haqiqiy presslash hududi (shtrixlangan hudud) past haroratlarga tomon siljiydi. Presslash haroratini haddan tashqari oshirilganda, materialning oquvchanligi oshib, uning zichlanishi va tarkibidagi havoni chetlashtirish jarayonlari qiyinlashadi. SHuni ham e’tiborga olish kerakki, presslash paytida

materialning yuza qatlamlari barvaqtroq suyuqlanib, uning ichki qatlamlari bir – oz kechikib suyuqlanishi mumkin. Bu esa shakllanayotgan buyumga termik kuchlanishlar darajasini oshirib yuborishi mumkin. Ushbu ko‘ngilsiz hodisalarni oldini olish uchun pressqolipni qizdirish va uni sovutish jarayonlarini asta – sekinlik bilan amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Bundan tashqari, qalin varaqalar va bloklarni olishda presslash bosimi sekin – asta pasaytirib boriladi (bunda suyuqlangan material pressqolipdagi tirqishchadan chiqa olmaydi). Pressqolipni sovutilganda esa harorat T_{sh} ga etgunga qadar, bosim sekin – asta oshirib boriladi. Bunday presslash rejimi material tarkibidan havoni to‘liq chetlashtirish, buyumda kirishishni kamaytirish va unda chig‘anoqlar hosil bo‘lishining oldini olish imkonini beradi.

SHuni alohida yodda tutish kerakki, hozirgi paytda zamonaviy termoplastlarni qayta ishlash texnologiyasida presslash usulidan foydalanish cheklangan, chunki uning ishlash samaradorligi nihoyatda pastdir. Buyumga shakl berish uchun uni pressqolipda bosim ostida sovutishni talab qiladi. Bunda sarf – xarajatlar oshib, ishlash samaradorligi pasayib ketadi. Presslashning turli usullaridan foydalanib, pressmateriallarga qayta ishlov berish, sifatli va ishga chidamli buyumlar olish amaliyotida chiqindilar va sifatsiz mahsulotlarning 20 dan ortiq turlari hosil bo‘ladi. Chiqindilarning umumiy miqdori qayta ishlanadigan xom – ashyo massasiga nisbatan 5 – 25%ni tashkil etishi mumkin. Sifatsiz, ishga yaroqsiz mahsulotlar va chiqindilar, ularning miqdori va paydo bo‘lish sabablari ko‘p omillarga bog‘liqdir: mehnat sharoiti va ishlash madaniyatiga, xom – ashyolarning turiga, kimyoviy tarkibi va tizimiga, ularning fizik–mexanik, fizik–kimyoviy hamda texnologik xossalariga, muhandis – texnologlarning bilim saviyalari va amaliy ko‘nikmalariga, texnologik jarayonlarning uzluksiz kechishi uchun yordamchi vositalar bilan ta‘minlanganlik darajasiga, xom – ashyo, qayta ishlash usuli va texnologik ko‘rsatkichlar (bosim, harorat, vaqt) qay darajada to‘g‘ri tanlab olinganligiga va boshqa omillarga bog‘liqdir. Polimerlarni qayta ishlash sanoat korxonalarida presslangan buyum quyidagi holatlarda ishga yaroqsiz mahsulotga yoki chiqindiga aylanib qolishi mumkin.

1. Ko‘pgina holatlarda pressmateriallardan olingan buyumlar sirtida begona moddalarning yopishib qolganligini ko‘rish mumkin. Bunda buyum ma‘lum darajada tiniqligi yoki jilosini yo‘qotadi va uni ishlatib bo‘lmaydi. Natijada u ishga yaroqsiz texnologik chiqindi bo‘lib qoladi. Ularning miqdori chiqindilarning umumiy miqdoridan **27%** ni tashkil etadi.

Pressqolipni yaxshi tozalanmaganligi, xom – ashyolarni omborxonada noto‘g‘ri saqlanganligi, ularni bir joydan ikkinchi joyga uzatish paytida turli moddalar (xususan, changlar) bilan ifloslanganligi bunday ishga yaroqsiz chiqindilarning paydo bo‘lishiga asosiy sababchi bo‘lishi mumkin. Bunday holatlarda xom –

ashyoni boshqa partiyasiga almashtirish va pressqolipni yaxshilab tozalash yo'llari bilan chiqindilar miqdorini keskin kamaytirish mumkin.

2. Pressmateriallarni presslash paytida sirtida chiziqlar, nuqtalar va g'ovaklar hosil bo'lgan jilosiz buyumlar paydo bo'lishi mumkin. Ularning miqdori chiqindilarning umumiy miqdoridan **21%** ni tashkil etadi.

Ularning hosil bo'lishiga pressqolipni bir tekis qizdirilmaganligi va suyuqlanma tarkibidan ajralib chiqqan havo yoki gazlarning pressqolipdan chiqishi qiyinlashganligi sababchi bo'lishi mumkin. Bunday holatlarda, avvalambor, pressqolipdagi qizdirgich elementlarini tuzatib, so'ngra podpressovkani amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Demak, ushbu yo'llar bilan ishga yaroqsiz mahsulotlar va chiqindilar miqdorini kamaytirish mumkin.

3. Ba'zan presslash jarayoni to'liq oxiriga etmay qoladi. Puanson va matritsa oralig'idagi masofa kattaroq bo'lganda, suyuqlanma pressqolipdan oqib chiqib, u to'lmay qoladi. Ba'zan esa presslash bosimi kichik bo'lganda, suyuqlanmaning oqishi qiyinlashib, pressqolip bo'shlig'i to'lmay qoladi. Olingan buyum sirtida g'ovak va pachaq joylar, qora rangli buyumlarda kulrang dog'lar paydo bo'lishi mumkin. Natijada sifatsiz va ishga yaroqsiz buyumlar hosil bo'ladi. Ularning miqdori chiqindilarning umumiy miqdoridan **9%** tashkil etadi.

Buning asosiy sababi – xom – ashyo noto'g'ri me'yorlanganligi, material oquvchanligining pastligi, presslash bosimining kichikligi va pressqolip bir tekis qizdirilmaganligi bo'lishi mumkin.

Bunday chiqindilar miqdorini xom – ashyoni to'g'ri me'yorlash, presslash bosimini oshirish va pressqolipni bir tekis qizdirishga erishish yo'llari bilan kamaytirish mumkin.

4. Ba'zan buyum sirtida bir tomonlama va ikki tomonlama qavariqlar, pufakchalar va yorishmalar paydo bo'lishi mumkin. Bunday ishga yaroqsiz mahsulotlar va chiqindilarning miqdori ularning umumiy miqdoridan **7%** ni tashkil etadi.

Presslanadigan material tarkibida boshqa moddalarning mavjudligi, bosimning pasayishi bilan suyuqlanma tarkibidagi gazlarning buyum sirtiga shishib chiqishi bunday chiqindilarning paydo bo'lishiga sababchi bo'lishi mumkin.

Podpressovkani amalga oshirish va xom – ashyoni boshqa partiyasiga almashtirish yo'llari bilan chiqindilar miqdorini kamaytirish mumkin.

5. Buyum sirtida chiziqlar, kulrang dog'lar, shuningdek, material oqimining pressqolip bo'shlig'ida yoyilishida uning izlari paydo bo'lishi mumkin. Bunday chiqindilarning miqdori ularning umumiy miqdoridan **6%** ni tashkil etadi.

Presslash paytida material to'liq suyuqlanishga ulgurmay qolib, uning bir qismi suyuqlanma bilan qurshab olingan guvalachalar hosil qilinishi bunday chiqindilarning paydo bo'lishiga sababchi bo'lishi mumkin.

Materialni oldindan qizdirib olib, podpressovkani amalga oshirish, presslash haroratini pasaytirish, press sirg'algichini tushirish tezligini pasaytirish va kam oquvchan materiallardan foydalanish yo'llari bilan chiqindilar miqdorini kamaytirish mumkin.

6. Ko'pgina holatlarda presslangan buyum deformatsiyaga uchrab, qiyshayib qolishi mumkin. Xususan, buyumni pressqolipdan olish paytida tob tashlanishi va qiyshayib qolishi mumkin. Uni sovutilganda esa, bir tekis soviymaganligi tufayli, buyumda kirishish yuz berishi mumkin. Bashqacha aytganda, buyumning andozalari loyihadagi andoza va o'lchamlarga mos kelmasligi mumkin. Natijada undan foydalanib bo'lmaydi. Bunday chiqindilarning miqdori ularning umumiy miqdoridan **4%** ni tashkil etadi.

Bunday ishga yaroqsiz mahsulotlar va chiqindilarning miqdorini kamaytirish uchun buyum va pressqolipning o'lchamlariga, pressqolip bo'shlig'ini xromlanishiga va qay darajada sayqal berilganligiga e'tibor beriladi. Bu ishlar pressqolipni loyihalash paytida amalga oshiriladi. Bundan tashqari, reaktoplastlarni qotirish tezligini va polimerlarni sovutish tezligini rostlash yo'li bilan chiqindilar miqdorini kamaytirish mumkin.

7. Buyumda yorilishlar va kichik tirqishchalar paydo bo'lishi mumkin. Ularning hosil bo'lishiga asosan ichki qoldiq kuchlanishlar darajasi, buyumda kirishish yuz berishi, pressqolip bir tekis qizdirilmaganligi va buyum tarkibidagi armaturalar bir tekis siqilmaganligi sababchi bo'lishi mumkin. Bunday chiqindilarning miqdori ularning umumiy miqdoridan 4% ni tashkil etadi.

Pressqolip loyihasiga o'zgartirishlar kiritish, armaturalarni joylashtirish o'rinlarini voloknitlar bilan kuchaytirish va materialni bir tekis qizdirishga erishish yo'llari bilan chiqindilar miqdorini kamaytirish mumkin.

8. Ba'zan buyumning qalinligi ruxsat etilgan qalinlikdan oshib ketishi ham mumkin. Odatda, bunga qalin grat deb ataladi. Masalan, presskukunlardan presslangan buyumlarda qalinlik 0,3 – 0,6 mm, voloknitlar va qatlamli materiallarda esa 0,6 – 1,0 mm gacha oshib ketishi mumkin. Natijada ulardan foydalanib bo'lmaydi va ular texnologik chiqindi bo'lib qolishi mumkin. Bunday chiqindilarning miqdori ularning umumiy miqdoridan 2 – 4% ni tashkil etadi.

Presslash uchun olingan material hajmining kattaligi, oquvchanligining pastligi, presslash bosimining etarli emasligi, suyuqlik bosimining pasayishi tufayli uning tasodifan pasayib ketishi, yo'naltiruvchi vtulkalarning ifloslanishi natijasida bunday chiqindilar paydo bo'lishi mumkin. Me'yorlash aniqligini oshirish, yo'naltiruvchi vtulkalarni tozalab turish, suyuqlik bosimini tekshirish, presslash bosimini oshirish va tayyor buyumga mexanik ishlov berish yo'llari bilan ishga yaroqsiz mahsulotlar va chiqindilar miqdorini kamaytirish mumkin. Umuman olganda, hozirgi paytda chiqindilar ajratmaydigan ishlab chiqarish korxonalarining

soni juda kam. Ko‘pincha mahsulotlarning sifatsizligi va davlat standartlari talablariga mos kelmasligi texnologik jarayonlarning nomukammalligidan kelib chiqishi mumkin. Sanoat korxonalaridagi texnologik jarayonlarni takomillashtirish, zamonaviy yangi texnologiyalarni joriy etish, chiqindisiz va kam chiqindili texnologiyalarni amalda tadbiq etish yo‘llari bilan polimer chiqindilaridan to‘liq foydalanish mumkin. Chiqindilarni yig‘ib olish, navlarga ajratish va ularga qayta ishlov berish yo‘llari orqali ulardan sanoatning ko‘pgina tarmoqlarida qo‘llanish mumkin.

Termoreaktiv polimerlarning o‘zlariga xos xususiyatlari.

Avvalambor, shuni eslatib o‘tish kerakki, termoreaktiv yoki reaktoplastlar guruhiga quyidagi polimer turlari kiradi.

1. Fenoplastlar, ya’ni fenolaldegid va fenolformaldegid qatronlari.
2. Aminoplastlar, karbamid plastiklar, ya’ni mochevin formaldegid va melamin formaldegid qatronlari asosida olingan plastiklar.
3. Epoksiplastlar, ya’ni epoksid qatronlari asosida olingan plastiklar.
4. Poliefirlar.

1. Fenoplastlar alanga ta’sirida erimaydi, nihoyatda qiyin yonadi, yonish paytida fenol va formaldegid ajralib chiqadi. Ularning hidini bemalol sezish mumkin.

Fenoplastlar atseton, etil spirti, siklogeksanon, to‘rt xlorli uglerod CCl_4 , xloroform va piridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

2. Aminoplastlar alanga ta’sirida juda qiyin yonadi, chekkalari ko‘mirga o‘xshagan qorayib, oq dog‘lar paydo qiladi, yonish paytida esa formaldegid va ammiak hidi kelib turadi.

3. Epoksiplastlar yorug‘lik chiqarib, alangalanib yonadi va yonish paytida fenol hidi kelib turadi. Ammo alangani uzoqlashtirganda, o‘chib qoladi.

Epoksiplastlar benzol, metilencilorid, etil efiri, atseton, etilatsetat, etil spirti, siklogeksanon, CCl_4 , xloroform, dioksan, sulfat kislotasi, tetragidrofuran, pridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

1. Poliefirlar yorug‘lik chiqarib, alangalanib yonadi, hidi shirinroq bo‘ladi. Ular benzol, atseton, etilatsetat, etil spirti, siklogeksanon, xloroform, dioksan, tetragidrofuran, pridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi. Termoplastlar guruhiga asosan quyidagi polimerlar kiradi: PE, PP, PS, PMMA, PVB, PVX, PU, PK, PF, ftoroplastlar, sellulozadan olinadigan bir qator polimerlar.

1. Polietilen. PE ko‘k nur sochib, ochiq alangalanib yonadi. U erish paytida oqib turadi. PE yonuvchan polimer bo‘lib, undan parafin (sham) hidi kelib turadi.

PE oddiy xona haroratida suyuqliklarda erimaydi, ammo 80 °S da benzol, CSl_4 , xloroform, piridin, ksilol dekalin va tetralin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

2. Polipropilen. PP nur sochib yaxshi yonadi va uning negizida ko'k alanga bo'ladi. U erish paytida oqib turadi. Undan kuydirilgan rezina yoki yonayotgan surg'uch hidi kelib turadi. U oddiy xona haroratida erituvchilar muhitida erimaydi, ammo 80 °C da benzol, SSl_4 , xloroform, dixloreten kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

3. Polistirol. PS ochiq alangalanib yonadi, kuchli tutun chiqaradi. Hidi shirin bo'lib, undan gullangan giatsintlar hidi kelib turadi.

PS benzol, benzin, metilenxlorid, SSl_4 xloroform, dixloreten, dioksan, piridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

4. Poliakrilatlar. Alangasi ko'k nur sochuvchan bo'lib, ulardan meva hidi kelib turadi. Ular benzol, metilenxlorid, atseton, atilatsetat, siklogeksanon kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

Organik shisha (PMMA) ning alangasi nur sochib turadi, engil tutaydi, hidi o'tkir. U benzol, metilenxlorid, atseton, etilatsetat, etil spirti, siklogeksanon, dioksan, uksus kislotasi kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

5. Polivinilbutiral. PVB ning alangasi ko'k, chekkalari sariq bo'ladi. U tutaydi va undan moyli kislota hidi kelib turadi.

PVB benzol, metilenxlorid, etilatsetat, etil spirti, piridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

6. Polivinilxlorid. PVX ning alangasi ochiq yashil bo'lib, alangadan uzoqlashtirganda o'chib qoladi. Xlor va xlorid kislotasi hidi kelib turadi. PVX siklogeksanon, SSl_4 , xloroform, piridin, dixloreten kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

7. Poliamidlar. Alangasi ko'k, chekkalari sariq bo'lib, yonganda oqib turadi. PA lardan kuydirilgan suyak hidi kelib turadi. Ular 80 % li fenol, chumoli kislotasi, xlorid kislotasi, sulfat kislotasi ta'sirida eriydi.

8. Poliuretanlar. PU lar yaxshi yonadi, alangasi ko'k, chekkalari sariq bo'ladi. YOnish jarayonida izotsionat va mindal – sinil kislotaning hidi kelib turadi. PU lar 80 % li fenol, chumoli kislotasi, xlorid kislotasi, sulfat kislotasida eriydi.

9. Polikarbonat. PK nihoyatda qiyin yonadi, is chiqaradi, alangadan uzoqlashtirganda, o'chib qoladi. YOnish joyida material mo'rtlashib, is ko'tariladi va gul hidi kelib turadi.

PK metilenxlorid, dioksan, tetragidrofuran, dixloreten kabi suyuq eritgichlarda yaxshi eriydi.

10. Poliformaldegid. PF quruq spirt kabi yorilib, sachrab yonadi, alangasi ko'k bo'lib, o'tkir formaldegid hidi kelib turadi. Oddiy xona haroratida erimaydi, ammo 100 °C da fenollarda eriydi.

11. Ftoroplast. Ftoroplast – 3 qiyin yonadi, alangadan uzoqlashtirganda, o'chib qoladi. YOnish joyida u elastik bo'lib, dog'lar hosil qiladi va undan

kuydirilgan asbest hidi kelib turadi. U oddiy xona haroratida erimaydi, ammo yuqori haroratlarda toluol, CSl_4 kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

Ftoroplast–4 esa yonmaydi, $320\text{ }^\circ\text{C}$ da suyuqlanadi. U suyuq eritgichlarda erimaydi.

12. Nitrotsellyuloza etroli. U bir lahzada alanga oladi. Azot oksidlari va kamfora hidi kelib turadi. U atseton, etilatsetat, siklogeksanon, dioksan, uksus kislotasi, piridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

13. Etilsellyuloza etroli. U yonadi, alangasi sariq ko'k rangli bo'lib, undan kuydirilgan qog'oz hidi kelib turadi. U benzol, atseton metilencilorid, etilatsetat, etil spirti, siklogeksanon, dioksan, uksus kislotasi, piridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

14. Atsetobutirat selluloza etroli. U nur sochib yonadi, alangasi sariq bo'ladi. Undan moyli kislota va kuydirilgan qog'oz hidi kelib turadi. U atseton, etilatsetat, dioksan, uksus kislotasi, piridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

15. Atsetilsellyuloza etroli. U qiyin yonadi, alangasi sariq bo'lib, chekkalari ko'k bo'ladi, uchqun chiqaradi. Undan uksus kislotasi va kuydirilgan qog'oz hidi kelib turadi. U atseton, xloroform, dioksan, xlorid kislotasi, piridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, qattiq polimerlar, shu jumladan, suyuq eritgichsiz qatronlar (masalan, epoksid qatroni) o'z – o'zidan yonmaydi, ular faqatgina yuqori haroratlarda yonishi mumkin. Reaktoplastlar (masalan, poliefir va epoksid qatronlari), ftoroplast va PVX o'tda yonadi, ammo alangani uzoqlashtirganda, o'chib qoladi. PE, PP, organik shisha, PF, PS, PU va ularning sopolimerlari yonuvchan materiallar hisoblanadi. Selluloid va nitrotsellyuloza etroli nihoyatda tez yonadi. Bu polimerlardan 50 kg dan ziyodroq miqdori yondirilganda, portlash yuz berishi mumkin. Bundan tashqari, g'ovak PU yonganda, sinil kislotasi va poluilendiizotsionatlarning zaharli bug'lari hosil bo'ladi va ularning havodagi miqdori RECHK laridan o'nlab va hatto yuzlab marotaba oshib ketishi mumkin. Bir kg g'ovak PU yonganda, soatiga 0,324 – 4,075 g poluilendiizotsionat va 0,538 – 4,320 g sinil kislotaning bug'lari hosil bo'lishi mumkin.

Polimer yonganda, changining ma'lum konsentratsiyalari portlashni vujudga keltirishi mumkin. Polimer changlarining portlashni vujudga keltiradigan konsentratsiyalari va alangalanish haroratlari quyidagi jadvalda keltirilgan.

T/R	Polimer turlari	Alangalanish harorati, °C	CHangning xavfli portlash konsentratsiyasi, g/sm ³ (quyi chegara)
1	Karbolit	100 dan yuqori	22 – 124
2	Aminoplast	799	27,7
3	Organik shisha	579	12,6
4	Polietilen	400	12,6
5	Polipropilen	890	12,6
6	Polistirol	750	30
7	Polivinilxlorid	500	100
8	Poliformaldegid	530	20
9	Polivinilbutiral	725	22,7

Termoplastlarning harorati ularning parchalanish haroratlariga tenglashganda (o't olish haroratidan 150 – 200 °C ga pastroq haroratlarda), yong'inga xavfli portlanuvchi bug'lar ajralib chiqadi. Masalan, PS parchalaganda, stirol bug'lari ajralib chiqadi. Stirolning havo tarkibida RECHK si 5 ^{MG}/_M³ tashkil etadi. Demak, ish joylarida ajralib chiqadigan stirol bug'larining miqdori RECHK sidan oshib ketmasligi kerak.

Polimerlarni qayta ishlash jarayonida, xususan, ularni tanib olishda, uchuvchan organik eritgichlardan qo'llaniladi. Suyuq organik eritgichlarning portlash va yong'inga xavflilik xossalari jadvalda keltirilgan.

Suyuq organik eritgichlarning portlash va yong'inga xavflilik xossalari

N T/R	Eritgichlar	CHaqqash harorati, °C	O'z – o'zidan alangalanish harorati, °C	Havoda bug'larining portlashga xavfli konsentratsiyalari,%	
				Quyi chegara	YUqori chegara
1	Benzol	–16	580	1,5	9,5
2	Toluol	5	553	1,3	7,0
3	Ksilol	20	500	3,0	7,0
4	Benzin	–25	230 – 260	1,2	7,0
5	Atseton	–20	500	2,0	13,0
6	Etilatsetat	–5	484	2,2	11,4
7	Dixloretan	12	404	6,2	15,9
8	Piridin	20	573	1,8	12,4

9	Etil spirti	12	404	3,3	19,0
10	To'rt xlorli uglerod	A l a n g a l a n m a y d i			
11	Uch xlorli etilen	A l a n g a l a n m a y d i			

Ushbu jadvaldagi natijalardan ma'lumki, eritgichlarning chaqnash haroratlari ularning o'z – o'zidan alangalanish haroratlariga nisbatan nihoyatda past bo'lib, ular yuqori haroratlar ta'sirida o'z – o'zidan alangalanishi mumkin. SHuning uchun ularni yopiq idishlarda olovdan va elektr uchqunlaridan uzoqroq joylarda saqlash maqsadga muvofiqdir.

1.4. POLMER KOMPOZITSIYASINI TAYYORLASH TEXNOLOGIYASI VA YARATISH PRINTSIPLARI.

Polimer va uning tarkibida kiruvchi komponentlarning asosiy

texnologik xossalarini qaysi ko'rsatgichlar ifodalaydi?

Polimer va uning tarkibiga kiruvchi komponentlarning asosiy texnologik xossalarini quyidagi ko'rsatgichlar ifodalaydi.

1. Materialning granulometrik tarkibi va tabiiy qiyalik burchagi.
2. Polimer materialining disperslik darajasi.
3. Materialning sochiluvchanligi.
4. To'kmaning zichligi.
5. Materialning solishtirma hajmi.
6. Zichlanish ko'effitsienti.
7. Hajmiy massa.

Malumki, kukunsimon va granulalangan polimer materiallari turli shakl va o'lchamlariga ega bo'lgan zarrachalardan tarkib topgandir. Zarrachalarning umumiy miqdoridan malum o'lchamga ega bo'lgan zarrachalar miqdorini hisoblash uchun ularning ulushiga qarab, taqsimlanish egri chizig'i (yani, gistogrammasi) chiziladi. Boshqacha qilib aytganda, granulometrik tarkibni aniqlash zarrachalarning o'lchamiga qarab, taqsimlanishini hisoblash uchun kerak bo'ladi.

Tabiiy qiyalik burchagi deganda, gorizontaal sirt va erkin to'kilgan materialning sirti orasidagi o'tkir burchak tushuniladi. SHuni alohida takidlash kerakki "polimer materialining granulometrik tarkibi" tushunchasi "materialning disperslik darajasi" tushunchasi bilan bir manoda tushuniladi. Material tarkibida turli o'lchamlarga ega bo'lgan zarrachalarning mavjudligi uning disperslik darajasini ifodalaydi. Materialning disperslik darajasi, odatda, %lar bilan ifodalanadi va u sinash uchun olingan materialning tarkibida malum o'lchamga ega bo'lgan zarrachalar miqdorini ifodalaydi. Materialning disperslik darajasi kichik bo'lsa, u bir jinsli hisoblanadi va uni qayta ishlab buyumga aylantirish shuncha oson bo'ladi. Masalan, polimer kukunlarining o'lchami kichik va bir xil bo'lsa, uni erituvchi suyuqliklarda eritish oson bo'ladi. Eritmadan shakllantirilgan pardalarning sifati va fizik – mexanik ko'rsatgichlari yuqori bo'ladi.

Materialning sochiluvchanligi deganda, standart konussimon varonka orqali kukunsimon yoki granulalangan polimerning vaqt davomida to'kilish qobiliyati tushuniladi.

Sochiluvchanlik **S**- teshigining diametri **6 mm** ga teng bo'lgan bunker (varonka) dan **1 daqiqada** to'kiladigan materialning massasini ifodalaydi va quyidagi formula bilan hisoblanadi (**kg/daq.**):

$$C = \frac{m}{t}$$

bu erda **m** - materialning massasi, **kg**; **t** - uni to'kish davomiyligi (vaqti), **daq.**

Sochiluvchanlik materialning standart konussimon varonka orqali vaqt davomida o'tishi, uning varonkadan chiqish tezligi(kg/daq), tabiiy qiyalik burchagi va boshqa kattaliklar orqali ifodalanadi. Material qanchalik donador va sochiluvchan bo'lsa, uning tabiiy qiyalik burchagi kichik bo'ladi. Sochiluvchanlik har bir zarrachaning shakli va o'lchamiga, ularning o'zaro tasirlanishi (ichki ishqalanishi) ga, to'kmaning zichligiga, namlik darajasiga, zichligiga, glanulometrik tarkibiga va boshqa ko'rsatgichlarga bog'liqdir.

Agar polimer materiali uncha sochiluvchan bo'lmasa, uni qayta ishlash paytida va olingan buyumlarda qaysi hodisalar yuz berishi mumkin. Kukunsimon va granulalangan materillarning sochiluvchanligi yomon bo'lsa (material uncha sochiluvchan bo'lmasa), ularni saqlashda qotib qolishi mumkin, qayta ishlash qurilmalari bunkerining devorlarida yopishib, osiliqlar hosil qiladi. Natijada qayta ishlash qurilmalarida materialni uzluksiz etkazib berish texnologik jarayonlari qiyinlashadi, ularning ishlash samaradorligi o'zgarib turadi, ekstruziyalash usuli bilan olinadigan buyumlarning qalinligi har xil bo'ladi, ekstruziyalangan pardalarda g'ijim va burmalar paydo bo'ladi, bosim ostida qo'yish va presslash usuli bilan olinadigan buyumlarning zichligi va massalari har xil bo'ladi. YAni, bunday holatlarda hajmiy meyorlash aniqligi pasayishi natijasida material behuda sarflanib, ishga yaroqsiz buyumlarning miqdori oshib ketishi mumkin. Mana shu muammolarni samarali echish, kukunsimon va granulalangan polimer materiallarining sochiluvchanligini oshirish maqsadida ular maxsus termoshkaflarda quritiladi yoki qayta ishlashdan oldin qizdirilib olinadi. Buning uchun maxsus yuklovchi yoki to'ldiruvchi moslamalardan foydalaniladi. Bunday moslamalarda material qatlamlarda bo'linib, havosizlantiriladi, turli silkituvchi va aralashtiruvchi moslamalar yordamida kovoklanadi. Xususan, granulalangan materiallarning sochiluvchanligini oshirish uchun silkituvchi va tebranuvchi moslamalardan foydalaniladi.

To'kmaning zichligi deganda nimani tushunasiz va uni qanday aniqlash mumkin? Materialning to'kma zichligini aniqlashning ahamiyati nimadan iborat?

Kukunsimon yoki granulalangan polimerlarning hajm birligidagi massasini ifodalovchi ko'rsatgichga, **to'kmaning zichligi** deyiladi va u **kg/m³** o'lchov birligida o'lchanadi.

To'kmaning zichligi **X** quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$X = \frac{m_c - m_0}{V}$$

bu erda **m_c**—diametri **25mm** va balandligi **40 mm** ga teng bo'lgan silindr va unga erkin solingan materialning birgalikdagi massasi,**kg**;

m₀ - bo'sh silindrning massasi, **kg**; **V** - silindr bo'shlig'ining hajmi, **m³**.

To'kmaning zichligini aniqlangandan keyin, silindr tebranuvchi moslamaga mahkamlanadi va unda polimer kukunlari **15 daqiqa** zichlantiriladi. Zichlantirilgan kukunlarning zichligi **Y** quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$Y = \frac{m_y - m_0}{V}$$

bu erda **m_y** - silindrning zichlantirilgan material bilan birgalikdagi massasi, **kg**.

SHuni alohida takidlash kerakki, sochiluvchan materiallarning to'kma zichligi har bir zarracha yoki granulaning shakli va o'lchamlariga, zichligiga, granulometrik tarkibiga, namligiga, yuzalaridagi g'adir-budurligiga va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi. Agar kukunsimon yoki granulalangan materiallarning to'kma zichligi past bo'lsa (masalan, **200 -400 kg/ m³** atrofida bo'lsa), ularning sochiluvchanligi ham past bo'ladi. Bunday materiallarni hajmiy meyorlash (dozalash) paytida meyorlash aniqligi pasayib, uni qayta ishlash rejimi buzilishi mumkin. Xususan, qayta ishlash qurilmalari (presslar, valikli qurilmalar, ekstruderlar) ning ishlash samaradorligi pasayadi va solishtirma energiya sarfi oshib ketadi. Bu esa, olinadigan buyum narxiga o'z tasirini ko'rsatadi. CHunki bu materiallarni zichlantirish va qayta ishlashda ortiqcha energiya va vaqt sarflanadi. Natijada material ortiqcha isroflanib, ishga yaroqsiz buyumlarning miqdori (texnologik chiqindilar miqdori) oshib ketadi. Materialning to'kma zichligini **aniqlashning ahamiyati** shundan iboratki, u pressqolip hajmini, qurilma bunkerining hajmini, materialni saqlash va bir joydan ikkinchi joyga uzatish sig'implarini aniqlashga katta yordam beradi. To'kma zichligini aniqlash- texnologik jarayonlarni uzluksiz kechishini taminlaydi, material va energiyani behuda sarflanishini oldini olishga va

chiqindilar miqdorini kamaytirishga yordam beradi. To'kma zichligi past bo'lgan kukunsimon yoki tolali materiallarni qayta ishlashdan oldin, ular qizdirilmasdan yoki qizdirish yo'li bilan presslar yordamida zichlantiriladi. Natijada material tarkibidan havo yoki uchuvchan moddalar chetlashtiriladi. Materialni zichlantirish uchun sirti silliq yoki tishli barabanlardan yoki qayta ishlash qurilmasi bunkerida joylashtirilgan shnekli zichlantirgichlardan qo'llaniladi. To'kmaning zichligiga teskari bo'lgan kattalikka, **materialning solishtirma hajmi** deb ataladi va u m^3/kg o'lchov birligida o'lchanadi. Boshqacha qilib aytganda, material egallangan hajmining massasiga nisbati, uning solishtirma hajmini ifodalaydi:

$$V = \frac{200}{m}$$

bu erda m - kukunsimon materialning massasi, **kg**; **200** - maxsus silindrning hajmi, m^3 .

SHuni alohida takidlash kerakki, materialning solishtirma hajmi qanchalik kichik bo'lsa, to'kmaning zichligi shunchalik yuqori bo'ladi, undan sifatli buyum olish qulay va uni qayta ishlash oson bo'ladi.

Zichlanish koeffitsienti (**K**) qoliplash va presslash paytida qoliplanadigan material hajmining o'zgarishini ifodalaydi va u quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$K = \frac{\rho_c}{\rho_t}$$

bu erda ρ_c - suyuqlanmaning zichligi, kg/m^3 ; ρ_t - materialning to'kma zichligi, kg/m^3 .

Kukunsimon, tolali va granulalangan materiallarni pressqoliplarda qayta ishlash uchun ularning zichlanish koeffitsientlarini aniqlash katta amaliy ahamiyatga ega. Pressqoliplarning yuklash hajmini hisoblash uchun materialning zichlanish koeffitsientidan qo'llaniladi. Odatda, kattiq polimer materialni suyuqlanma holatiga o'tganda, uning hajmi kamayadi. Materialni ekstruziyalash yoki bosim ostida quyish paytida shnekning meyorlash mintaqasi suyuqlanma bilan doimiy (uzluksiz) ravishda to'lib turishi uchun yuklash mintaqasining hajmi meyorlash mintaqasi hajmiga nisbatan kattaroq bo'ladi. Mana shu hajmlarning o'zaro nisbati zichlanish koeffitsienti (**K**) orqali aniqlanadi. Ammo shnek o'lchamlarini hisoblash uchun **zichlanish koeffitsientidan 1,5**

marotaba katta bo'lgan siqilish koeffitsienti yoki darajasi (K_s) dan qo'llaniladi. YAni

$$K_c = 1,5 \quad K = 1,5 \frac{\rho_c}{\rho}$$

Siqilish koeffitsienti yoki darajasi (K_s) siqilish mintaqasida paydo bo'ladigan havo yoki uchuvchan moddalarini chetlashtirish maqsadida kuchlarni zaxiralash uchun va suyuqlanmani yanada zichlantirish uchun kerak bo'ladi.

Siqilish koeffitsienti yoki darajasi bosimga, zarrachalarning shakli (kukunsimon, granula, kub, biser va h.) ga bog'liq bo'lib u **2,7- 4,7** atrofida o'zgarishi mumkin. G'ovak polimer materiallari uchun ularning hajmiy massasini aniqlash katta amaliy ahamiyatga ega. G'ovak polimerlar va ko'pikli plastiklar, odatda, havo yoki gaz bilan to'ldirilgan bo'ladi. Ularning hajmiy massasini aniqlash uchun namuna massasi analitik tarozida aniq o'lchanadi, uning hajmi esa, mikrometr yoki shtangensirkul yordamida chiziqli o'lchamlarni o'lchash yo'li bilan hisoblanadi.

Materialning hajmiy massasi quyidagi formula bilan hisoblanadi (**kg/m³**):

$$\gamma = \frac{m}{v}$$

bu erda **m**- namunaning massasi, **kg**; **v**- namunaning hajmi, **m³**.

Quyidagi **4 ta usullar** yordamida polimer kukunlarini olish mumkin.

1. Polimerlarni sintez qilish usuli yordamida.
2. Polimer suyuqlanmasini purkash usuli yordamida.
3. Eritmadan polimerni kimyoviy cho'ktirish usuli yordamida.
4. Mexanik usul yordamida.

Qayta ishlanadigan materiallarning eng muhim texnologik tavsif-nomalaridan biri ularning o'lchamlari hisoblanadi. Odatda, termoplastlarning qayta ishlash xom-ashyolari granula shaklida bo'lib, ularning o'lchamlari **3-5 mm** ni tashkil etishi mumkin. Ammo shunday holatlar ham bo'ladiki, bazi bir jarayonlarning kechishi uchun granula o'lchamiga nisbattan **10-100 marotaba kichik** bo'lgan zarrachalar, yani yuqori dispersli kukunlar kerak bo'lib qoladi. Bunday kukunlar bevosita polimerni sintez qilish jarayonida (masalan, PS, PVX, ZYUPE larni sintez qilish jarayonida) hosil bo'ladi. Olinadigan kukunlarning shakli va o'lcham-lari (dispersligi) polimerlanish usuli (suspensiyada, emulsiyada, eritgichda, gaz fazada va boshqa usullar) ga bog'liq bo'ladi.

Polimer kukunlarini olishning **yana bir usuli polimer suyuqlanmasini purkash usulidir**. Buning uchun suyuqlanmani avtoklavda issiq suv bilan aralashtirib, hosil bo'lgan aralashma kallak (soplo) orqali yuqori bosim ostida purkaladi. Kallakdan chiqishda bosimni pasayishi tufayli aralashmaning harorati keskin pasayib ketadi va qattiq kukunsimon mahsulot ajralib chiqadi. Polimer suyuqlanmasini issiq suv bilan aralashtirish aralashma qovushqoqligini **2-3 marotaba** pasaytirish imkonini beradi, polimerning aralashmadagi konsentratsiyasi esa **0,1% dan** oshmaydi. Purkash natijasida tomchilarning o'rtacha o'lchami **20-60 mm** ni tashkil etganda, polimer kukunlarining o'lchami **2-6 mkm** atrofida bo'lishi mumkin. LSHuni ham alohida takidlash kerakki, oddiy laboratoriya sharoitida ham polimer kukunlarini olish mumkin. Buning uchun polimerni kimyoviy cho'ktirish usulidan qo'llaniladi. Avvalo, polimer o'z eritgichi tasirida eritiladi. Keyin eritmaga cho'ktiruvchi modda qo'shiladi. Natijada eritmadagi polimer idishning tagiga cho'kadi. Polimer eritmasini **bug'lantirish yo'li** bilan ham kukun olish mumkin. Buning uchun polimer eritmasi bug'latgichga bosim ostida purkab beriladi. Quyqumlar hosil bo'lmasligi uchun undagi qalqovgich eritma oqimini arlashtirib beradi. Polimer eritmasini **sovitish yo'li** bilan ham kukun hosil qilish mumkin. SHuni ham alohida takidlash kerakki, polimer eritmasini cho'ktirish usulidan sanoatda keng qo'llaniladi. Masalan, PKA eritmasini xlorid kislotasida cho'ktirib, undan kukun olinadi. Poliamidlarning eritmalarini monomerida cho'ktirib, PA kukunlari olinadi. YUpqa dispersli kukunlar ishlab chiqarishda (teshikchalarning o'lchami **250 mkm** ni tashkil etgan elaklarda kukun qoldig'i **5-10 %** ni tashkil etganda) cho'ktirgichni solishtirma sarfining oshib ketishi tufayli, cho'ktirish jarayonining samaradorligi keskin pasayadi. Mana shu muammoni oldini olish uchun dag'al dispersli kukunlarni olishda sarflangan cho'ktirgich sarfiga nisbatan (teshikchalarning o'lchami **250 mkm** tashkil etgan elaklarda kukun qoldig'i **60-70 %** tashkil etganda) cho'ktirgichning solishtirma sarfi **6 marotaba** oshiriladi. Mo'tadil haroratlarda polimerlarni mexanik usulda maydalash iqtisodiy nuqtai nazardan eng samarali usullardan hisoblanadi. CHunki polimer materiallari qattiqligining kichikligi tufayli kesuvchi pichoqlarning eyilishi uncha sezilarli emas. Bundan tashqari, maydalash jarayoni oddiy xona sharoitida kechishi tufayli katta energiya sarflashga hojat qolmaydi. Maydalash jarayonida o'lchami **2 mm dan yuqori bo'lgan** yirik donador material hosil bo'ladi. Mo'rt polimerlar (reaktoplastlar guruhiga mansub bo'lgan penoplast va aminoplastlar) dan mexanik usulda zarrachalarning o'lchami **0,3-2,0 mm** ni tashkil etadigan kukunlar olinadi. Epoksid biriktiruvchilar asosida olingan yuqori mo'rtlikka ega bo'lgan kompozitsiyalardan o'lchami **100 mkm dan kichik** zarrachalar hosil qilinadi. Mexanik maydalashning **o'ziga xos noziklik tomonlari** ham yo'q emas.

Ulardan biri materialni maydalab, kukunga aylantirish jarayonida ishqalanish va yuqori siljish kuchlanishlari ta'sirida katta miqdorda issiqlik ajralib chiqishidir. Mana shu issiqlikni sistemadan chetlatish katta amaliy ahamiyatga ega, chunki polimer material mexanik maydon va issiqlik ta'sirida destruksiya uchrashishi mumkin, ya'ni uning makromolekulalari parchalanishi mumkin. Maydalash jarayonida ajralib chiqqan issiqlikni maydalagichdan sirkulyasiya qilinadigan havo oqimi yordamida chetlashtirish mumkin. Ko'pgina holatlarda maydalash jarayoni past haroratlarda olib boriladi. Buning uchun material uchun inert hisoblangan gazlardan foydalanadi. Ular maydalash jarayonida sirkulyasiya bo'lib, ajralib chiqadigan issiqlikni sistemadan chetlashtiradi. Mexanik maydalash usulining **o'ziga xos yana bir noziklik tomoni** shundan iboratki, uning yordamida materialni kimyoviy modifikatsiyalash mumkin. Xususan, agar maydalash jarayoni yuqori haroratda olib borilsa, materialning reaksiyaga kirishish qobiliyati oshishi mumkin. Polimer kukunlarining samaradorligi va qo'llanish yo'nalishlarini aniqlovchi asosiy ko'rsatgichlari quyidagilardan iborat: **birinchidan**, maydalash jarayonida polimerning yuqori molekulyar massasini saqlash va, **ikkinchidan**, maqbul fraksion tarkibga erishishdan iborat. Agar polimer material xona haroratida maydalansa, **unga keriyogen maydalash usuli** deb ataladi. Kriogen maydalash jarayonida, odatda, suyuq azotdan foydalaniladi. Suyuq azotning **afzallik tomonlari** shundaki, **birinchidan**, u yuqori issiqlik chiqarish koeffitsientiga ega ($\alpha < 4,2 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{soat} \cdot \text{grad}$); **ikkinchidan**, suyuq azot polimer material uchun inert modda hisoblanadi; **uchinchidan**, suyuq azotning inertligi tufayli polimerning issiqqa oksidlanish destruksiya minimumga etkaziladi; **to'rtinchidan**, maydalangan zarrachalarni ($-70-100$)⁰C haroratlarda isib ketishiga yo'l qo'ymaydi; **beshinchidan**, suyuq azot maydalash jarayoni davomida ajralib chiqqan issiqlikni sistemadan chetlashni taminlaydi. Maqbul maydalash rejimida polimer zarrachalari hammasi bo'lib **3-5 soniyada** maydalanadi. SHuning uchun ularda mexanokimyoviy destruksiya uncha sezilarli emas. Suyuq azotdan foydalanib poliamid va poliolefinlarni maydalab, kukunga aylantirganda, ularni molekulyar massalari **3-10%** ga kamayganligi tajribalarda aniqlangan. Odatda, polimer kukunlari aglomeratlar hosil qiladi, yani o'zaro to'planib qolish qobiliyatiga egalar. Bu esa, polimer kukunlarining fraksion tarkibini tahlil qilish va ularni o'lchamiga qarab, alohida fraksiyalarga ajratishga malum qiyinchiliklar tug'diradi. Polimer kukunlarini elaklar yordamida elash, sedimentatsiya va mikroskopik usullar yordamida ularning fraksion tarkibini aniqlash mumkin. Polimer ishlab chiqarish sanoat korxonalarida xom-ashyolarni maxsus elaklar yordamida elashga katta e'tibor beriladi, chunki mana shu usul yordamida ularning fraksion tarkibi aniqlanadi. Elaklar titrab turuvchi yoki tebranuvchi

moslamalarda vertikal tarzda o'rnatiladi. Elaklardagi teshiklarning o'lchami yuqoridan pastga qarab kichrayib boradi.

Elaklar moduli deganda, oldingi elak yacheykasi kengligining kichik elak yacheykasi kengligiga nisbati tushuniladi. SHuni ham eslatib o'tish kerakki, agar polimer materiali bir xil o'lchamdagi zarrachalardan tarkib topgan bo'lsa, **polidispersli material** deb ataladi. Odatda, polimerlar polidispersli materiallar hisoblanadi. **Maydalash darajasi** deganda, material parchalarining maydalashdan oldingi va undan keyingi o'lchamlarning nisbati tushuniladi.

Maydalash 2 xil bo'lishi mumkin.

1. CHiziqli maydalash. CHiziqli maydalash darajasi (i) ni hisoblash uchun material parchalarining maydalashdan oldingi (d_n) va undan keyingi (d_k) gi ko'ndalang kesimlari aniqlanadi va quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$i = \frac{d_n}{d_k}$$

2. Hajmiy maydalash. Hajmiy maydalash darajasi (i) ni hisoblash uchun material parchalarining maydalashdan oldingi (v_n) va undan keyin (v_k) gi hajmlari aniqlanadi va quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$i = \frac{v_n}{v_k}$$

Polimer va uning tarkibiga kiruvchi barcha komponentlarni quritib meyorlangandan keyin, ularni aralashtirishga kirishiladi.

Aralashtirish - polimer kompozitsiyalarini qayta ishlashga tayyorlash jarayonlarining masuliyatli bosqichi hisoblanadi.

Aralashtirish - bu texnologik jarayon bo'lib, unda birin-ketin komponentlarni qo'shish, ularning xossalari kerakli tomonga yo'naltirish va kompozitsiyani gomogenlashtirish bosqichidir. Aralashtirish buyumda material birjinsligi darajasini belgilaydi. Ko'pgina holatlarda aralashtirish jarayonida material komponentlarini maydalashib kichrayib ketishi kuzatiladi. Xususan, polimer kukunlarini dag'al dispersli to'ldirgichlar bilan aralashtirilganda mana shu hodisani kuzatish mumkin. SHuning uchun maydalash va aralashtirish jarayonlari birga amalga oshiriladi.

Aralashtirish quyidagi **ikki yo‘nalishda** amalga oshishi mumkin.

1. Makrodarajada aralashtirish. Agar sochiluvchan qattiq zarrachalar (masalan, polimer kukunlari va to‘ldirgich zarrachalari) quruq holatda aralashtirilsa, ular makrodarajada aralashishi mumkin.

2. Mikrodarajada aralashtirish. Komponentlarni suyuqlanmada oquvchan holatda aralashtirganda, ular mikrodarajada aralashishi mumkin. Masalan, ekstruderning me‘yorlash mintaqasida polimer kompozitsiyasi mikrodarajada aralashadi.

Aralashtirishdan asosiy maqsad- aralashma birjinslimasligini kamaytirishdan iborat. Aralashtirish natijasida kompozitsiyaning fizik holati o‘zgarishi mumkin va u kimyoviy reaksiyalarning kechish sharoitini yaratib berishi mumkin. SHuni ham inobatga olish kerakki, buyumning barcha fizik-mexanik, fizik-kimyoviy va texnologik xossalari tarkibidagi komponentlarning qay darajada polimer matritsasi hajmiga taqsimlanganligiga kuchli bog‘liq bo‘ladi. Komponentlarning holatiga, olinadigan buyumning qo‘llanish sohalari va ularga qo‘yiladigan talablarga qarab, quyidagi aralashtirish usullaridan foydalaniladi.

1. Sochiluvchan moddalarni aralashtirish usuli, yani komponentlarni quruq aralashtirish usuli. Bu usul ko‘proq polimerlarga pigmentlar berishda, yani ularni pudralashda qo‘llaniladi. Bu jarayon ko‘proq jo‘valarda yoki ekstruderlarda amalga oshiriladi. Ushbu usuldan to‘ldirgich va polimer kukun shaklida bo‘lganda va ikkilamchi xom-ashyolardan ishlatishda ko‘proq qo‘llaniladi.

2. Sochiluvchan va suyuq moddalarni aralashtirish usuli. Ushbu usuldan erituvchilarni, plastifikatorlarni, buyatgichlarni va boshqa qo‘shilmalarni polimer bilan aralashtirishda qo‘llaniladi. Tayyorlangan polimer kompozitsiya pasta holatida bo‘ladi. Aralashtirilayotgan massa qayta ishlash qurilmalarining devorlariga yopishib qolmasligi uchun bu jarayon maxsus aralashtirgichlar yordamida amalga oshiriladi. Bundan tashqari, polimer kukunlarini suyuq eritgichlar bilan aralashtirish jarayonlari ham mana shu usulga kiradi.

3. Suyuqliklarni aralashtirish usuli. Ko‘pgina holatlarda polimer eritmasi yoki suyuqlanmasini qovushqoqligini pasaytirish maqsadida unga suyuq erituvchilar aralashtirilishi mumkin.

4. Polimerlarni oquvchan holatda aralashtirish usuli. Aralashtirish polimerlarning oquvchanlik yoki suyuqlanish haroratidan bir oz yuqoriroq haroratlarda olib boriladi. Natijada suyuqlanmaning qovushqoqligi pasayib, u bir tekis arashaladi. Bu jarayon jo‘valarda amalga oshiriladi. Kompozitsiyani yaxshi gomogenlashtirish uchun u bir necha marotaba jo‘valar oralig‘idan o‘tkaziladi. Jo‘va valiklari oralig‘ini o‘zgartirish mumkin. Jo‘va valiklarining bir biriga nisbatan aylanish chastotalari (ya’ni, friksiya) inobatga olinadi. Polimer meteriali

va uning kompozitsiyalarini donador qilish (granulaga aylantirish) jarayoniga, granulalash deyiladi. Granulalash bu materialning sochiluvchan donador mahsulotga aylantirish texnologik jarayonidir. Granulalarning o'lchamlari, odatda, 3-5 mm atrofida bo'ladi. Massaning ortishi granulalardan buyum olish qurilmasining ishlab chiqarish unumdorligini oshiradi.

Polimerni granulaga aylantirish texnologik jarayoni quyidagilardan iborat.

Polimer kukunlari yoki uning kompozitsiyasi tashqaridan elektr qizdirgichlar yordamida isitiladigan silindrga solinadi. Silindr ichida esa aylanuvchi shinek mavjud. Tashqi harorat va ichki ishqalanishlar tufayli ajralib chiqadigan issiqlik ta'sirida material suyuqlanadi (plastikatsiyalanadi) va oquvchan holatga o'tadi. Suyuqlanma shinek yordamida shakllovchi kallak orqali lenta yoki chilvir shaklida uzluksiz siqib chiqariladi. Lenta yoki chilvir sovutiladi va maxsus pichoq bilan kesilib turiladi. Bu jarayon uzluksiz kechadi va natijada granula hosil bo'ladi. Bunday agregatlarga, **granulyatorlar** deb ataladi. Termoreaktiv polimerlar guruhiga mansub bo'lgan materiallar va ularning kompozitsiyalari, odatda, sochiluvchan bo'ladi. Ulardan bu holatda foydalanish ancha noqulaydir. SHuning uchun sochiluvchan polimer materiallari, dastavval, maxsus avtomatlashtirilgan presslar yordamida zichlanib, tabletka shakliga keltiriladi. Xona haroratida presskukunlar havodan ozod bo'lgach, malum o'lcham va shaklda jipslashgan massaga aylantiriladi. SHnekli agregatlar yordamida tolasimon press-materiallardan tabletka olish mumkin. Tabletka olishning afzalliklari shundan iboratki, **birinchidan**, press- kukunlarning sochilib isroflanishini kamaytiradi; **ikkinchidan**, harorat tasirida tabletkalar tezroq isiydi va issiqlikning atrof-muhitga behuda tarqalishi kamayadi va, **uchinchidan**, materialni meyorlash jarayonlari osonlashadi. Eng muhimi- presslash usuli bilan buyum olishning umumiy vaqti (**presslash davomiyligi**) kamayadi. Hozirgi paytda nafaqat termoreaktiv polimerlar, balki termoplastlar guruhiga mansub bo'lgan ftoroplastlar ham dastavval zichlantirilib, tabletka shakliga keltiriladi. Malumki, termoreaktiv polimerlar guruhiga mansub bo'lgan materiallardan presslash usuli bilan buyum olish texnologik jarayonlari yuqori haroratlar tasirida amalga oshiriladi. Masalan, termoreaktiv polimer materiallaridan vakuumshakllantirish va pnevmoshakllash jarayonlari, polimer varaqalari va pardalarini orientirlash, buyumlarni payvandlash texnologik jarayonlari yuqori haroratlar tasirida kechadi. SHuning uchun material yoki kompozitsiyani dastlabki qizdirib olish plastmas-salarni qayta ishlash texnologiyasida muhim amaliy ahamiyatga ega. CHunki shakllanadigan buyumning sifati, qayta ishlash qurilmasining ish unumdorligi tabletkasimon materialning bosim ostida dastlabki qizdirib olinishiga bog'liq. Bosim ostida dastlabki qizdirib olishning mohiyati shundan iboratki, materialda yuqori harorat

tasirida kechadigan parchalanishlar (destruksiya) kamayadi va presslash davomiyligi (vaqti) qisqaradi. Agar material bir tekis qizdirilmasa, buyum olishda makro- molekulalari har xil orientirlanadi, buyumda ichki qoldiq kuchlanishlar kuchayadi, natijada yorishmalar, mikrodarzlilar va tirqishchalar paydo bo'ladi. Bunday hodisalar olinadigan buyumning kelgusida qo'llanish sohalarini cheklab qo'yadi. Bundan tashqari, polimer materiallarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining pastligi tufayli, ularni pressqoliplarda qotirish jarayonlari qiyinlashadi. Presslash jarayonida esa faqatgina materialning yuzasi (sirti) qiziydi, xolos. SHuning uchun bosim ostida dastlabki qizdirib olish materialning presslash davomiyligi (vaqti) ni kamaytiradi va eng muhimi, buyum sirtida gaz yoki havo bilan to'lgan pufakchalar hosil bo'lmaydi. Polimer materiallarini dastlabki qizdirib olish uchun quritish shkaflaridan foydalaniladi. Ko'pgina hollarda yuqori chastotali toklar va infraqizil nurlar tasirida amalga oshiriladi. Bundan tashqari, quritish shkaflarida tiniq polimer varaqalarni qizdirib olish mumkin, chunki ularni infraqizil nurlar tasirida qizdirish uncha samarali emas. Polimer materialini yuqori chastotali toklar tasirida qizdirish uchun u kondensator plastinkalari orasida joylashtiriladi. Tabletkalar shaklidagi material erga ulangan kondensatorga joylashtiriladi. Kondensator plastinkalari yuqori chastotali tok gegeratoriga ulanganda, plastinkalar orasida elektr maydoni hosil bo'ladi. Elektr maydon kuchlanganligi (**E**) kondensatorga berilgan kuchlanish (**U**) ga to'g'ri proporsional bo'lib, plastinkalar orasidagi masofa (**h**) ga teskari proporsionaldir (**V/m**):

$$E = \frac{U}{h}$$

Polimer materiallarini yuqori chastotali toklar tasirida qizishi ularning kimyoviy tarkibi va tizimiga bog'liqdir. Masalan, qutblanmagan polimerlar guruhiga mansub bo'lgan PE, PP, PS, ftoroplastlar yuqori chastotali elektr maydonida qizimaydi. SHuning uchun ular elektrotexnikada yuqori chastotali tok izolyatorlari sifatida ishlatiladi. Ammo qutblangan polimerlar guruhiga mansub bo'lgan PVX, epoksid va poliefir qatronlari elektr maydoni tasirida tez qiziydi.

Polimerlarni yuqori chastotali toklar tasirida qizishga moyilligini uning dielektrik singdiruvchanligini ϵ va dielektrik isroflar burchagining tangensi $\tan \delta$ ni o'lchash yo'li bilan aniqlash mumkin. Agar ushbu kattalik-larning ko'paytmasi (**$\tan \delta \cdot \epsilon$**) katta bo'lsa, elektr energiyasi ko'proq issiqlik energiyasiga aylanganidan dalolat beradi. Yuqori chastotali qurilmalarning to'la quvvatidan foydalanilganda, termoreaktiv polimer materiallarini qizdirish vaqti **20-30Coniyani** tashkil etishi mumkin. Ushbu vaqt davomida qizdirilgan materialning harorati **120-130 °C** ga etishi mumkin. Bu esa, reaktoplastlarni qotirish vaqtini **20-30%** ga kamaytirish

imkonini beradi, dastlabki presslashlar soni qisqaradi, natijada pressqoliplarning eyilishi kamayadi. Ko'pgina polimer materiallari namlikni atmosfera havosi tarkibidan shimib olish qobiliyatiga ega. Suvning molekulari qutblanganligi tufayli polimerning qutblangan guruhlari bilan vodorod bog'lar hosil qiladi. Namlik, dastavval, materialning sirtida (yuza qatlamida) yig'ilib, vaqt o'tishi bilan diffuziyalanib, uning hajmiga tarqaladi. Sintez qilish yo'li bilan hosil qilinadigan kukunsimon polimerlar tarkibida gaz, bug', suv, eritgich qoldiqlari, emulgator va katalizatorlarning ma'lum miqdori qolib ketishi mumkin. Ular polimer namligini oshirish markazlari qisoblanadi. Bundan tashqari, polimer xom-ashyolarini saqlash omborxonalarida namlik miqdori oshib ketganda yoki kukunsimon va granulalangan polimer materiallari noto'g'ri saqlaganda, ularning namligi me'yoridan oshib ketishi mumkin. Namlik deganda, polimer massasiga nisbatan erkin namlikning foizlardagi miqdori tushuniladi. Namlikni o'ziga shimib olmaydigan materiallarga, mutlaqo quruq materiallar deb ataladi. Materialning nam havo muhitida namlanish qobiliyatiga, namyutishlik yoki gigroskopiklik deb ataladi. Suvda ma'lum vaqt davomida (odatda, bir sutkada) va harorat ta'sirida (odatda, $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ da yoki qaynayotgan suvda) polimerning suv miqdorini shimib olishiga, suv shimilish deyiladi. Odatda, suvshimilish namuna massasiga nisbatan % larda ifodalanadi. Polimer materialli suv shimilishining o'zgarishi harorat va vaqtga bog'liq bo'ladi. Polimerlarning namlikni shimib olish qobiliyatlari ularning tabiatiga, kimyoviy tarkibiga, tizimi va tuzilishiga hamda kogeziya energiyasining zichligiga bog'liqdir. Polimerlarning qutblanganlik darajalari namlikni shimib olish qobiliyatlariga kuchli ta'sir ko'rsatadi. YUqori qutblangan gidrofil polimerlar (PA, PVA, PVX) yuqori nam yutish qobiliyatiga egalar. Poliamidning barcha turlari (PA-6, PA-66, PA-610, PA-12) atrof-muhit tarkibidan suvni **10%** gacha shimib olish qobiliyatiga egalar. Buning sababi shundaki, poliamidlar tarkibida amid guruhlari (SONN) ning miqdori oshganda, ularda muvozanat namlikni miqdori oshib ketadi, chunki bunday guruhlar kuchli qutblangandir. Qutblangan murakkab poliefir guruhlari tarkib topgan polimerlar (PK, PETF, PBTF, PMMA, PAr) suvni nisbatan ko'prok shimib olish qobiliyatiga ega. Ammo shimib olingan suvning miqdori poliamidlarnikidan ancha kamdir. Qutbsiz (qutblanmagan) gidrofob materiallar (poliolefinlar (ZPPE, ZYUPE, PP), PS, ftoroplastlar) suvni nihoyatda kam shimib olish qobiliyatiga egalar. Bir xil qutblangan, zichligi katta va kristallanish darajasi yuqori polimerlarning namlikni shimib olish qobiliyatlari kichik bo'ladi. Polimerlarning namlikni shimib olish qobiliyatlari ularni hosil qilish paytida qo'llanilgan emulgatorlar va katalizatorlarning turlariga va polimer tarkibidagi qoldiqlarining miqdoriga bog'liqdir. Polimerning disperslik darajasi yuqori bo'lganda (zarrachalarining o'lchami kichik bo'lganda), ularda rivojlangan sirtlar (yuzalar) ko'p bo'ladi va

namlikni shimib olish qobiliyatlari ham yuqori bo‘ladi. Bundan tashqari, polimer kompozitsiyalari tarkibiga kiritiladigan organik yoki anorganik to‘ldirgichlar, ularning turlari va miqdori, o‘lchamlari, polimer hajmiga taqsimlanishi, fazalararo chegara qatlami, g‘ovakligi, ustmolekulyar tuzilmalari, namlikni shimib olish qobiliyatlariga kuchli ta’sir ko‘rsatilishi mumkin. Masalan, organik to‘ldirgichlar (tabiiy tolalar, lignin, sellyuloza, yog‘och uni va b.) bilan to‘ldirilgan kompozitsiyalar namlikni ko‘proq shimib olish qobiliyatiga egalar. Ularni qayta ishlashdan oldin quritilmasdan kompozitsiya tarkibiga kiritishga tavsiya etilmaydi, chunki ulardan sifatli buyum olish qiyin bo‘ladi. SHunday anorganik mineral to‘ldirgichlar mavjudki, ular g‘ovak tizimga egalar. Namlikni faqatgina polimer emas, balki mana shu g‘ovak to‘ldirgichlar ham shimib olib, kompozitsiya namligini oshirib yuborishi mumkin. Bunday g‘ovak tizimli to‘ldirgichlar guruhiga bo‘r, kalsit (CaSO_3), tuf, alyumosilikatlar va boshqa toshlardan yanchib olinadigan to‘ldirgichlar kiradi. SHuni alohida ta’kidlash kerakki, polimerlarning qutbsizligi yoki qutblanganligi faqatgina ularning agregat holatiga bog‘liq emas. YA’ni, polimerning suyuq yoki qattiq holatlarda bo‘lishidan qat’i nazar, u qutbsiz yoki qutblangan bo‘lishi mumkin. Agar dielektrik molekulalarining og‘irlik markazlari simmetrik joylashgan bo‘lsa, bunday molekulalarga qutbsiz deb ataladi. Masalan, vodo-rod (N_2), kislorod (O_2), azot (N_2), xlor (Cl_2), etilen (S_2N_2) va boshqa gazlar qutbsizdir. Polimerlardan parafin, PE, PP, PS, poliizobutilen, ftoro-plast va boshqalar qutbsiz hisoblanadi, chunki ularning atomlari S-S bog‘lariga nisbatan simmetrik joylashgan. Agar dielektrikdagi molekulalarning og‘irlik markazlari nosimmetrik joylashgan bo‘lsa, bunday molekulalarga qutblangan va ulardan tarkib topgan dielektriklar ham qutblangan xisoblanadi. Bu guruhga xlorli metilen (CH_3Cl), ikki xlorli metilen (CH_2Cl_2), xloroform (CHCl_3), suv (N_2O), polimerlardan esa, PVX, PA, sellyuloza, fenolformaldegid, poliefir va epoksid qatronlari kiradi, chunki ularning atomlari S – S bog‘lariga nisbatan nosimmetrik joylashgan. Polimer materialining texnologik xossalari (qovushqoqligi, oquvchanligi, kristallanishi va h.), ularni ishlab chikarish jarayonlari va tayyor masulotning sifat ko‘rsatgichlari dastlabki (qayta ishlashdan oldingi) namligiga chambarchas bog‘liqdir. Polimerlarning turli xillarini yaratish, mahsulot sifatini yaxshilash va qayta ishlash jarayonlarini jadallashtirish maqsadida qayta ishlashga tayyorlash bosqichlari va ularni baholash katta amaliy ahamiyatga ega. Namlik polimer materialining texnologik xossalari va buyumning sifat ko‘rsatgichlariga kuchli salbiy ta’sir ko‘rsatilishi mumkin. Polimer materialining dastlabki namligi (qayta ishlashdan oldingi namligi), uning texnologik, fizik-kimyoviy, fizik-mexanik, dielektrik va optik xossalari kuchli salbiy ta’sir ko‘rsatilishi mumkin.

1. Kukunsimon materialda namlik miqdori oshganda, ularning sochiluvchanligiga pasayadi, qayta ishlash qurilmalari bunkerlarida yopishib olib, osiliqlar hosil qiladi. Bu esa, xajmiy me'yorlash aniqligini pasaytiradi va mashinaning uzluksiz yuklab turishini buzadi. Natijada texnologik chiqindilar miqdori oshib ketishi mumkin.
2. Namlik polimer materialining reologik xossalariga kuchli salbiy ta'sir ko'rsatilishi mumkin. Namlik ta'sirida polimer suyuqlanmasining qovushqoqligi va yuqori elastikligi pasayadi.
3. Namlik va qayta ishlash harorati ta'sirida polimerda gidrolitik destruksiya jarayonlari kuchayadi, ya'ni makromolekulyar zanjirlar parchalanishi mumkin. Namlik mahsulotni shakllanish jarayonlarining barqarorligiga va tayyor buyumning sifat ko'rsatgichlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi.
4. Namlik buyumning fizik-mexanik xossalariga ta'sir ko'rsatilishi mumkin, chunki u polimer uchun plastifikator (yumshatgich) funksiyasini bajarilishi mumkin. Bunday holatlarda ichki va o'zaro molekulyar ta'sirlanishlar kuchsizlanib qoladi va makromolekulyar zanjirning bukiluvchanligi oshib ketadi.
5. Polimer materialida namlik miqdori me'yoridan oshib ketganda, olinadigan buyumda makrodefektlar paydo bo'ladi. Namlik va qayta ishlash harorati ta'sirida makromolekulyar zanjirlar parchalanib, ularda tizimlanish yuz berishi mumkin. YA'ni, makromolekulalar orasida ko'ndalang kimyoviy bog'lar paydo bo'lib, suyuqlanmaning qovushqoqligi oshib ketadi.
6. Namlik polimerning dielektrik xossalari (ularning dielektrik singdiruvchanligiga, dielektrik isroflar burchagining tangensiga, solishtirma elektr qarshiligiga, elektr mustahkamligi) ga va optik xossalari (ularning tiniqligi) ga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Quyidagi jadvalda termoplastlar guruhiga mansub bo'lgan polimer materiallarni qayta ishlashga tayyorlash shartlari ko'rsatilgan.

Termoplastlarni kayta ishlashga tayyorlash shartlari

Termo - plast- lar	$V_{\max}$, %	V_g , %		Quritish shartlari			
		Mashina bunkerida	Quritish- dan so'ng	$T, ^\circ\text{C}$	t, soat	$h \cdot 10^2$ m	t_g , daq.
PS	0,05	$\leq 0,05$	0,05	75 ± 5	1-2	1-3	CHek .
PK	0,02	$\leq 0,015$	0,01	115 ± 5	12-18	1,0-2,5	20
PMMA	-	-	-	85 ± 5	4-5	1,0-2,5	-

PLS	0,02	$\leq 0,02$	0,01	115 $\pm$ 5	12-20	1,0-2,5	30
ZYUPE	0,04	$\leq 0,04$	0,04	85 $\pm$ 5	0,5-1,0	1-3	CHek .
ZPPE	0,04	$\leq 0,04$	0,04	75 $\pm$ 5	0,5-1,0	1-3	CHek .
PP	0,04	$\leq 0,04$	0,04	80-100	0,5-1,0	1-3	CHek .
PA- 12	0,2	0,08-0,12	0,07-0,11	85 $\pm$ 5	20	1,0-2,5	40
PA-610	0,2	0,14-0,2	0,14-0,2	85 $\pm$ 5	22	1,0-2,5	90
PA-6	0,2	0,15-0,2	0,15-0,2	90 $\pm$ 5	22	1,0-2,5	90
PA-66	0,2	0,14-0,2	0,14-0,2	-	-	-	90
FS	0,2	$\leq 0,2$	0,02	75 $\pm$ 5	3-5	1-3	90
PETF	0,02	$\leq 0,015$	0,01	120 $\pm$ 5	6-8	1,0-2,5	20
PBTF	0,02	$\leq 0,015$	0,01	120 $\pm$ 5	8	1,0-2,5	20
Par	-	-	-	115 $\pm$ 5	4-6	1-3	-

Izoh. $B_{\max}$ – namlikni maksimal qiymati bo‘lib, unda buyumda makrodefektlar paydo bo‘lmaydi; B_g -ruxsat etilgan namlik; t -quritish davomiyligi (vaqti); t_g -isitilmaydigan bunkerda materialning ruxsat etilgan turish vaqti; h –material qatlamining qalinligi; Qoldik bosim **0,67-1,30 kPa**. CHek - cheklanmagan.

7. Polimer materialining namligi yuqori bo‘lganda, uni qayta ishlash jarayonlari qiyinlashadi. Ko‘pincha kallakdan yoki shakl beruvchi moslamadan siqib chiqariladigan suyuqlanma havo yoki boshqa uchuvchan moddalar bilan aralashgan bo‘ladi va u ko‘piklanib qolishi mumkin. Natijada buyum g‘ovak tizimga ega bo‘lishi mumkin.

8. Polimer materialining namligi yuqori bo‘lganda, presslash va bosim ostida quyish usullarida qayta ishlaganda, ishga yaroqsiz buyumlar paydo bo‘ladi: buyum sirtida kumushsimon chiziqlar, qiyshayishlar, yuzaning ko‘chishi, o‘lchamlari o‘zgargan buyumlar hosil bo‘ladi. Odatda, bunday chiqindilarga, texnologik chiqindilar deb ataladi.

Namligi yuqori polimer materiallarini ekstruziyalashda olinadigan buyumlarning sirtida g‘adir-budirliklar ko‘proq hosil bo‘ladi. Ularni kalandrlashda esa, havo bilan to‘lgan pufakchalar va g‘ovaklar paydo bo‘lishi mumkin.

9. Poliamidlar (PA-6, PA-12, PA-66, PA-610) da namlik miqdori kichik bo'lganda, tizimlanish yuz berishi mumkin. YA'ni, makromolekulalar orasida ko'ndalang kimyoviy bog'lar paydo bo'lishi mumkin. Namlik mikdori **0,06-1,0 %** ni tashkil etganda, qayta ishlash qurilmasining plastikatsiyalash quvvati oshadi.

10. Polimer materiallari asosida olingan buyumlarni ishlatish paytida namlik miqdori o'zgarib ketishi mumkin. Bunday holatlarda buyumning o'lchamlari, fizik-mexanik xossalari, qattiqligi, dielektrik xossalari va eyilishga chidamliligi o'zgarib ketishi mumkin. Polimer materialining namligini aniqlash uchun davlat standartlari (DavST 14870-77 va DavST 11736-78) mavjud. Polimer materialini isitiladigan maxsus shkaflar (termoshkaflar) da quritish – eng oddiy va qulay quritish usuli hisoblanadi.

Ushbu usulning mohiyati shundan iboratki, dastavval, namunaning massasi analitik tarozida o'lchanadi. So'ngra, uni termoshkafda ma'lum haroratda quritiladi. Polimerdagi namlik va uchuvchan moddalarning miqdori **V** quyidagi formula yordamida % larda hisoblanadi:

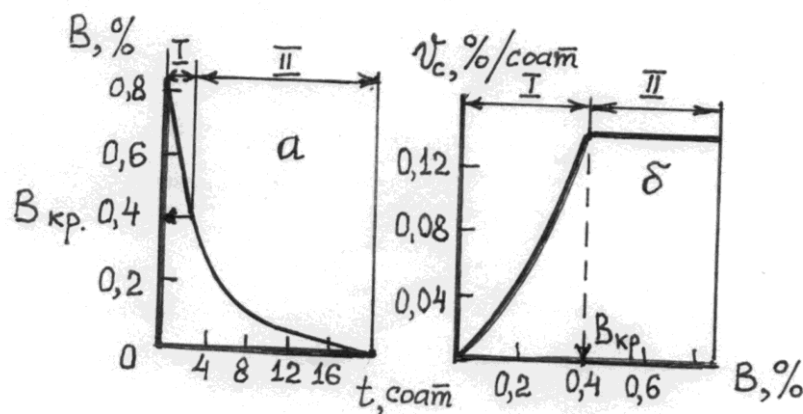
$$B = \frac{m_n - m_k}{m_n} \cdot 100\%$$

bu erda **m_n** - namunaning dastlabki massasi, **g**; **m_k** - quritilgan namunaning massasi, **g**.

Material sirtidagi harorat va atrof-muhit harorati orasidagi farq tufayli namlikni bug'lanib chetlanishiga, **quritish deyiladi**. Bunda materialdagi namlik bug'larining bosimi atrof-muhit bosimidan oshib ketadi. Muvozanat qonuniga asosan, namlik materialning yuza qatlamidan atrof-muhitga ko'chadi. Bug'lanish natijasida materialning namligi uning sirtida pasayib, ichki qatlamlardagi namlikdan kichik bo'ladi. YA'ni, materialda namlik gradienti paydo bo'ladi. SHuning uchun namlik jism markazidan uning sirtiga ko'chib, atrof-muhitga tarqaladi. Quritish jarayonida materialga beriladigan issiqlikning asosiy qismi namlikni bug'lanishiga, uning ma'lum bir qismi sorbsion bog'larning parchalanishiga, qolgan qismi esa materialni isishiga sarflanadi. Qayta ishlashdan oldin materiallarni quritish katta amaliy ahamiyatga ega. Qayta ishlash jarayonlarni jadallashtirish, buyumni me'yorlash aniqligini oshirish, uning sifati va mustahkamligini oshirish, ishga yaroqsiz buyumlar miqdorini (ya'ni, texnologik chiqindilarni) kamaytirishning eng samarali yo'li – qayta ishlanadigan kompozitsiyalarni quritib olishdir. Polimerlar va ular asosida hosil qilingan kompozitsiyalarni qayta ishlashdan oldin, ular ko'p polkali quritish shkaflarida quritiladi. Quritish qurilmalari silindrsimon yoki to'g'ri burchakli zich berkitiladigan kameralardan iborat bo'lishi mumkin. Polkalar tashqi elektr manbaidan qizdiriladi. SHunday qurilmalar ham borki, ularning polkalari emas, balki tanasi (korpusi) qizdiriladi. Materialni quritish esa vakuum ostida yoki issiq

havo sirkulyasiyasi orqali amalga oshirilishi mumkin. Materialni quritish uchun taroqli vakuum-quritgichlardan, barabanli, quvurli, lentali va boshqa turdagi quritgichlardan foydalanish mumkin. Hozirgi paytda qayta ishlash jarayonlarni jadallashtirish va avtomatlashtirish maqsadida qayta ishlash mashinalari (xususan, bosim ostida quyish, ekstruziyalash va puflash mashinalarining bunkerlari) qizdiruvchi sistemalar bilan jihozlangan. Mashinalarning yuklash bunkerlarida material qatlamlaridan issiq havo o'tkazilib, quritiladi. Bu esa mashinaning ishlash samaradorligini oshirishga katta yordam beradi. Ko'pgina holatlarda suyuqlanma tarkibidan namlik va uchuvchan moddalar chetlashtiriladi, ya'ni suyuqlanma havosizlantiriladi. Buning uchun uni plastikatsiyalash paytida, shnekning ma'lum bir qismida bosim kamaytiriladi. Natijada siqilgan va qizdirilgan gazlar kengayadi va ular so'rib olinadi. Ko'pincha PVX ni qayta ishlashda mana shu usuldan qo'llaniladi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, quritish kameralarida kukunsimon yoki ganulalangan material qatlamining qalinligi 1,5-3,0 mm ni tashkil etishi mumkin. Oddiy quritgichlarda issiqlik elektr qizdirgichlardan uzatiladi.

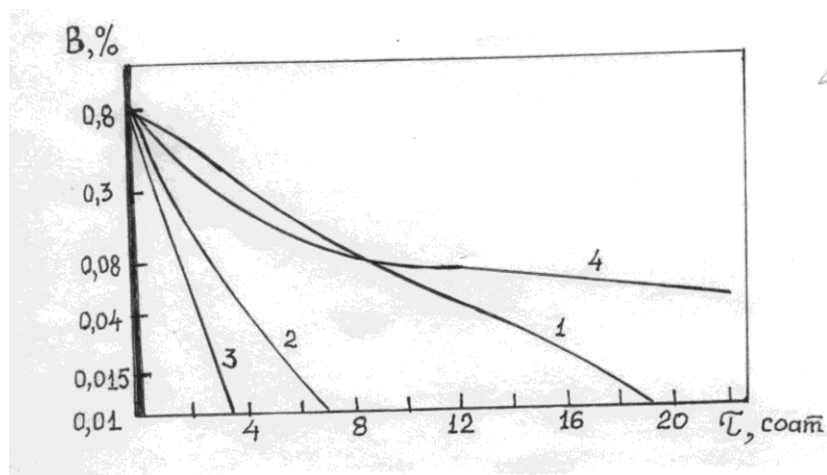
Materiallarni texnologik xossalari (zichligi, suyuqlanish harorati, qovushqoqligi, suyuqlanmaning oquvchanlik ko'rsatgichi va b.) ni aniqlashdan oldin, ularni qizdirib olish (quritish) maqsadga muvofiqdir. Materialning namligi vaqt o'tishi bilan o'zgarishi mumkin. Polimer namligining vaqtga bog'liq o'zgarishiga, quritishning egri chizig'i deyiladi. Quritish tezligining namlik (V) ga bog'liq o'zgarishiga, quritish tezligining egri chizig'i deyiladi.



PA-12 ni vakuum ostida (qoldiq bosim 0,67-1,30 kPa tashkil etganda) 85°C da quritish egri chizig'i (a) va quritish tezligining namlikka (b) bog'liqligi.

Umuman olganda, quritish jarayoni **2 bosqichlardan** iborat. Birinchi bosqich (I) da namlik tez va chiziqli qonuniyat bilan o'zgarib boradi va harorat o'zgarmaydi. Ikkinchi (II) bosqichda quritish tezligi o'zgarmaydi, namlik esa eng katta qiymatiga ega bo'ladi. Namlik materialning sirtidan bug'lanadi.

Namlik kritik qiymati (V_{kr}) ga erishganda, quritishning II chi bosqichi boshlanadi. Bu bosqichda quritish tezligi pasayadi. Buning sababi shundaki, namlik materialning ichki qatlamlaridan sirtiga qarab, sekin-asta harakatlanadi. SHuning uchun uning ko'chish tezligi pasayadi. Ikkinchi bosqich materialning muvozanatli namlikka erishishi bilan oxiriga etadi: bunda bug'lanish va kondensatsiya tezliklari o'zaro tenglashadi; suv bug'larining parsial bosimlari polimerda va atrof-muhitda o'zaro tenglashadi. YA'ni, dinamik muvozanatga erishiladi. Polimer muvozanatli namlikka erishganda, quritish jarayoni oxiriga etadi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, quritish jarayoni haroratga bog'likdir. Harorat ortishi bilan, quritish jarayoni tezlashadi: muvozanatli namlik tez kamayib boradi. Eslatib o'tish kerakki, polimer materialini quritishdan asosiy maqsad, iloji boricha eng kichik namlik darajasiga erishishdan, uning tizimi va xossalarini shu yo'l bilan modifikatsiya qilishdan iboratdir. Polimer materiallarini atmosfera havosida ham, vakuum ostida ham, quritish mumkin. Ammo vakuum ostida quritish usulining afzalligi shundan iboratki, materialga kislorod ta'sirini cheklaydi va namlik darajasining eng kichik qiymatiga erishish imkonini beradi. Masalan, PA-12 ni vakuum ostida 85°C da quritilganda, 0,01 % dan kichik namlikka erishish mumkin. Ammo atmosfera havosida quritilganda, polimer namligi 0,03-0,04 % ni tashkil etishi mumkin.



PA-12 ni vakuum ostida (qoldiq bosim 0,67-1,30 kPa ni tashkil etganda) (1-3) va atmosfera bosimida (4) quritishning egri chiziqlari:

1- 85°C da, 2- 100°C da, 3- 120°C da quritilgan. Quritish paytida polimer qatlamining qalinligi 1,5-2,0Cm ni tashkil etgan.

Buning **asosiy sababi** shundaki, polimer materiali tarkibida namlik va uchuvchan moddalar kapsullangan pufakchalar shaklida bo'lishi mumkin. Ularni

yuqori haroratlarda atmosfera bosimi ostida chetlashtirish nihoyatda qiyin va murakkab ishdur.

SHuni ham e'tiborga olish kerakki, harorat ortishi bilan quritish davomiyligi (vaqti) keskin kamayadi. Masalan, PA-6 ni vakuum ostida 90°C da quritilganda (qoldiq bosim 0,67-1,30 kPa, polimer qatlamining kalinligi 1,5-2,0 sm ni tashkil etganda), 0,01 % namlikka erishish uchun 22 soat vaqt kerak bo'ladi, ammo uni 105°C da quritilganda, 0,01 % namlikka erishish uchun hammasi bo'lib, 4 soat vaqt etarlidir. Bir qator polimer materiallari mavjudki, ularni quritish davomida makromolekulalari issiqlik ta'sirida oksidlanib, destruksiyanishga moyil bo'ladilar. Bu guruhga PK, PA-12, PA-610, PA-6, PA-66, PBTF, PS va boshqa polimerlar kiradi. Ularni vakuum ostida quritish (qoldiq bosim 0,67-1,33 kPa da) tavsiya etiladi.

Vakuum ostida quritishning yana bir afzalligi shundan iboratki, bu usul makromolekulalarni oksidlanib destruksiyanishini keskin kamaytiradi va quritish haroratini oshirishga imkon beradi. Bu esa, o'z navbatida, quritish davomiyligi (vaqti) ni qisqartirish imkonini beradi. Quritish harorati oshgan sari, quritish tezligi oshib, uning davomiyligi (vaqti) keskin kamayadi. Ammo shuni e'tiborga olish kerakki, har bir polimer material uchun uning quritish harorati ruxsat etilgan chegaraviy haroratlardan oshib ketmasligi kerak.

Quritish haroratining ruxsat etilgan kuyi chegarasi polimerning yumshayish harorati bilan chegaralangan, chunki harorat uning yumshayish haroratiga tenglashganda, material etarli darajada isiydi.

Quritish haroratining ruxsat etilgan yuqori chegarasi esa, polimerning destruksiyanish harorati bilan chegaralangan. Quritish harorati uning destruksiyanish haroratiga tenglashganda, polimerning rangi o'zgarishi mumkin. Masalan, PA-12 ni $95-120^{\circ}\text{C}$ da vakuum ostida quritilganda, 2-3 soatdan keyin uning rangi o'zgarib, ochiq jigarrang tusni oladi. Ammo uning molekulyar tavsifnomalari va suyuqlanmasining qovushqoqligi o'zgarmasligi mumkin. SHuning uchun PA-12 dan buyum olishdan oldin, uni quritish harorati 95°C dan oshmasligi kerak. Agar ushbu polimerning reologik xossalari (xususan, suyuqlanmasining oquvchanlik ko'rsatgichi) ni aniqlash kerak bo'lsa, uning quritish harorati $95-120^{\circ}\text{C}$ dan oshmasligi kerak.

Umuman olganda, quritish haroratining ruxsat etilgan chegaraviy qiymatlari polimerlarning qo'shimcha polimerlanish va polikondensatlanish imkoniyatlari bilan chegaralanadi. Bu esa, ularning molekulyar massasi va suyuqlanmasining qovushqoqligini oshirishga olib keladi. Bu polikondensatlanish yo'li bilan hosil

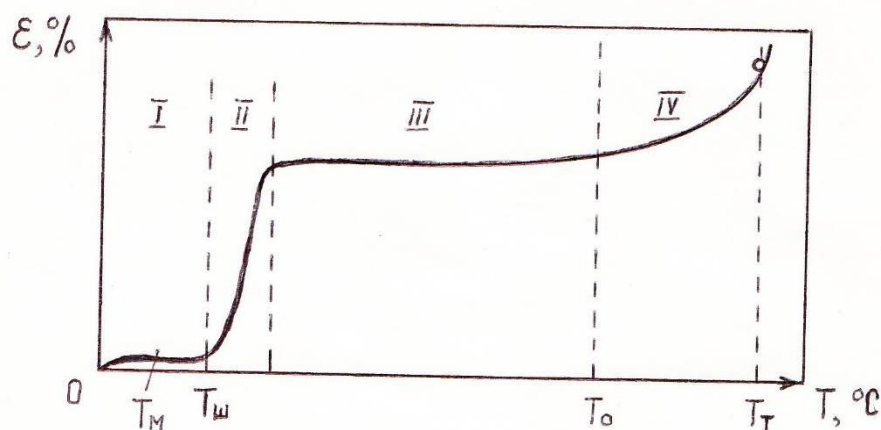
qilingan polimerlar uchun alohida ahamiyatga ega. Masalan, PA-610 ni 110°C va undan yuqori haroratlarda vakuum ostida quritilganda, uning polikondensatlanishi davom etib, suyuqlanmasining qovushqoqligi **1,2-1,3 marotaba** oshishi mumkin.

SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, quritish qurilmalarining harorat rejimining o'zgarib turishini inobatga olib, quritish harorati uning ruxsat etilgan chegaraviy haroratidan 5°C ga pasaytirib olinadi. Bundan tashqari, amalda polimerlarni quritishda, ularning molekulyar massasini oshirish uchun qo'shimcha polikondensatlanishdan foydalaniladi. Boshqacha aytganda, quritilgan polimerlarning molekulyar massasi quritilmagan polimerlarning molekulyar massasidan katta bo'lishi mumkin. Avvalambor, shuni alohida ta'kidlash kerakki, kukunsimon va granulalangan polimer materiallari tarkibida hamma vaqt u yoki bu darajada namlik yoki uchuvchan moddalar (gazlar, bug'lar, eritgich qoldiqlari, emulgator va katalizator qoldiqlari) ning mavjudligi tabiiy holdir. CHunki suvning molekulalari qutblangan, ular polimerdagi qutblangan guruhlar bilan vodorod bog'larni yaratish xususiyatiga ega. SHuning uchun material u yoki bu darajada namlangan bo'ladi. Bundan tashqari, ko'pgina polimer materiallari (xususan, gidrofil polimerlar) atmosfera havosi tarkibidagi namlikni shimib olish xususiyatiga egalar. Nihoyatda kichik namlik darajasiga erishish uchun materialni yuqori haroratlarda qizdirib olishga to'g'ri keladi. Bunday holatlarda quritish davomiyligi (vaqti) uzoqqa cho'zilib ketishi mumkin. Natijada issiqlik ta'sirida makromolekulalar parchalanib, destruksiya jarayonlari kuchayishi ehtimoldan uzoq emas. Qurtilgan materialning rangi o'zgarishi mumkin, molekulyar massasi kamayadi, suyuqlanmasining oquvchanlik ko'rsatgichi yuqori bo'lishi mumkin, olinadigan buyumning mustahkamligi pasayishi mumkin. Namlik va uchuvchan moddalar polimer material tarkibida emulgator, eritgich va katalizator qoldiqlari bilan birga pufakchalar shaklida kapsullangan (o'rab olingan) bo'lishi mumkin. Materialni qizdirish yo'li bilan ularni polimer tarkibidan chetlashtirish qiyin. SHuning uchun namlik darajasini 0% ga etkazib bo'lmaydi.

Polimerlarning termomexanik xossalari

Ma'lumki, polimerlarning mexanik xossalari haroratga bog'liqdir. Polimerning termomexanik egri chizig'i deganda, deformatsiyasining haroratga bog'liqligi tushuniladi. Polimerlarning egri chizig'i berilgan haroratda ularning xossalari tahlil qilishga, tizimi va makromolekulalarining bukiluvchanligini tahlil qilishga katta yordam beradi. Bundan tashqari, polimerning termomexanik egri chizig'i materialni qayta ishlash harorati va usullarini tanlab olishga imkon beradi. Polimer materialidan ma'lum o'lchamga ega bo'lgan namuna (masalan, kub, paralleliped

yoki tasmasimon namuna) kesib olib, uni ma'lum harorat T_1 ostida termostatda joylashtiriladi va unga ma'lum yuk R ta'sir ettiriladi. YUkning namunaga ta'sir etish davomiyligi (vaqti) 10Coniyani tashkil etsin deylik. YUk ostidagi namunaning o'lchamlarini o'lchab, berilgan T_1 ostida uning deformatsiyasi ε_1 hisoblanadi. Namunani T_2 gacha qizdirib, uni 10Coniyada o'sha yuk ostida qoldiriladi. YUqori T_2 harorat ostidagi namunaning o'lchamlarini o'lchab, deformatsiyasi ε_2 hisoblanadi. Tajriba mana shu tarzda $T_3, T_4, T_5, \dots$ haroratlarda o'tkazilib, ularga mos $\varepsilon_3, \varepsilon_4, \varepsilon_5, \dots$ deformatsiyalari hisoblanadi. Olingan natijalar asosida polimer deformatsiyasining haroratga bog'liqlik grafigi chiziladi. Polimer deformatsiyasining haroratga bog'liqlik grafigi uning termomexanik egri chizig'i deb ataladi.



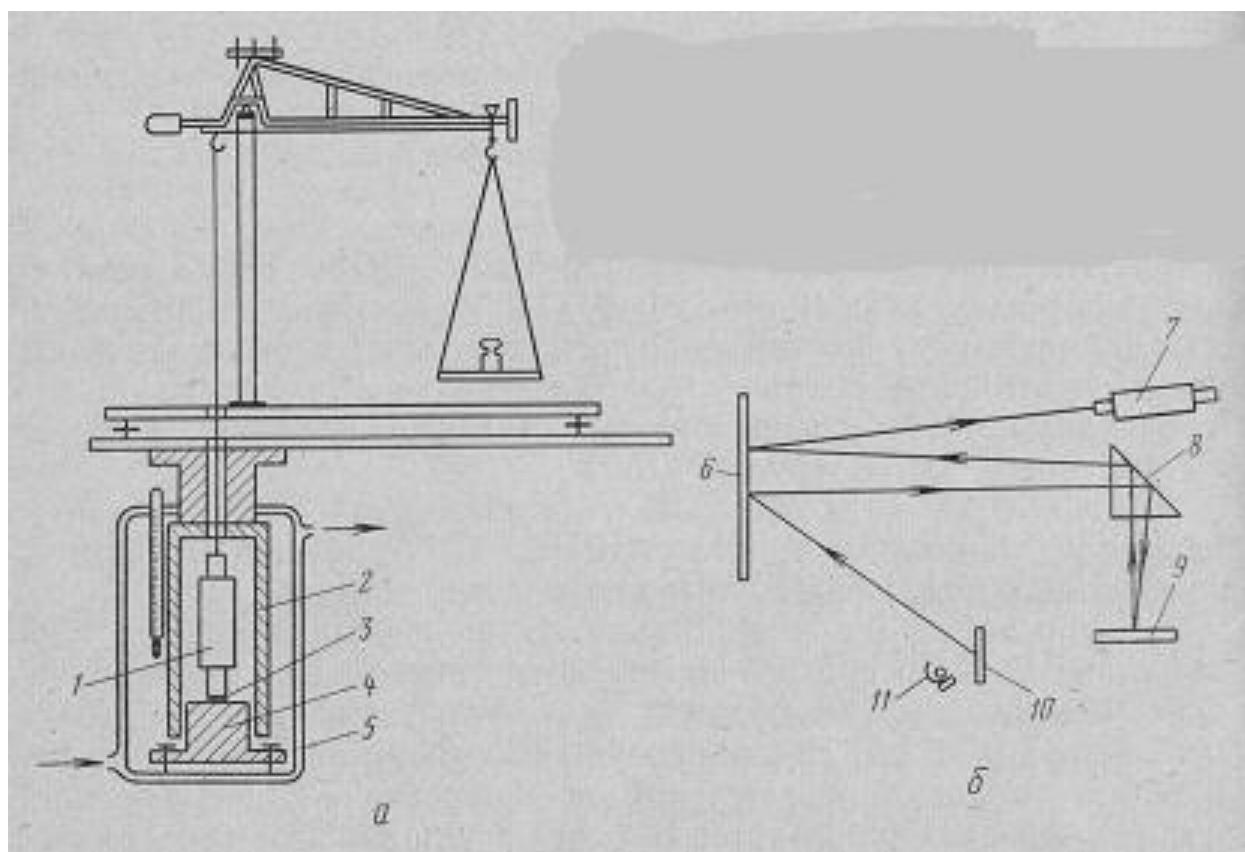
Amorf polimerning termomexanik egri chizig'i:

T_m – polimerning mo'rtlik harorati; T_{sh} – polimerning shishalanish harorati; T_o – polimerning suyuqlanish (T_s) yoki oquvchanlik harorati; T_t – polimerda termodestruksiyaning boshlanish harorati.

I – polimerning shishalanish holati; II – polimerning shishalanish holatidan yuqori elastik holatga o'tish oralig'i; III - polimerning yuqori elastiklik holati; IV – polimerning qovushqoq-oquvchanlik holati.

Aslida, har bir polimer materialining termomexanik egri chizig'ini tajribada olish uchun rus olimi, akademik V.A.Kargin modifikatsiya qilingan analitik tarozidan qo'llaniladi. Kargin tarozisining ko'rinishi 4.4-rasmda ko'rsatilgan. Buning uchun polimer kukunlari yoki granularidan diametri 10-20 mm va qalinligi 6-8 mm ni tashkil etgan silindrsimon yoki kvadrat shaklidagi namuna 0,3-0,4 MPa bosim ostida polimerning suyuqlanish haroratidan 20-30 °C yuqori

bo'lgan harorat ostida presslab olinadi. SHtangensirkul yoki mikrometr yordamida namunaning o'lchamlari o'lchanadi. Tarozining kalta elkasiga yupqa ip bilan yuk **1** osiladi. Uning uzun elkasiga esa tajribaning avvalida yukni muvozanatga keltiruvchi yuk qo'yiladigan chashkacha osiladi. YUK oxirida diametri **3-4 mm** ni tashkil etadigan puanson bor. Namuna vintli stolcha **4** da qo'yiladi va vint yordamida tavlab, u puansonga tegiziladi. Gilza **2** yordamida sistema mahkamlanadi va termostat **5** ga joylashtiriladi. Termostatdagi harorat o'zgarmas holda saqlanadi. Termostatdagi harorat dasturlangan (programmalashtirilgan) qurilma yordamida bir xil tezlik bilan oshiriladi. Namunaga yukni yuklangandan so'ng, uning deformatsiyasini hisoblash uchun optik qurilmadan qo'llaniladi. Bu qurilma ko'rish quvuri **7** dan, shkala **10** va lampochka **11** dan, nurni qaytargich **6** dan, optik prizma **8** dan va oynacha **9** dan tarkib topgandir.



Kargin tarozisining ko'rinishi: **a** – tarozining ko'rinishi; **b**- optik qurilmaning ko'rinishi: 1-yuk; 2-gilza; 3-namuna; 4-vintli stol; 5-termostat; 6-qaytargich; 7-ko'rish quvuri; 8-optik prizma; 9-oynacha; 10-shkala; 11-lampochka.

Namuna **3** metall qolipchaga joylashtiriladi, vintli stolcha **4** ga o'rnatiladi va yukka tekkunga qadar ko'tariladi. Gilza **2** mahkamlanadi va sistemani **1,0-1,5 soatga** termostatga joylashtiriladi. Termostatdagi harorat, odatda, polimerning

shishalanish T_{sh} haroratidan 10-15 $^{\circ}\text{C}$ ga kichik bo'ladi. Tarozini ishga tayyorlangandan so'ng, yuk (5-10 g) chashkachadan olib tashlanadi. Bu esa shayinni gorizontol holatini buzishga va namunaga avvalgi yukka nisbatan 10 marotabagacha ko'proq yuk ta'sir qilishiga olib keladi. SHkala 10 dan ikkita o'lchashlar farqi orqali namunaning deformatsiyasi aniqlanadi. YA'ni, birinchi shkaladan yuklashdan oldin ko'rish quvuridagi xochga qarab hisoblanadi va ikkinchi hisoblash esa namunaga 10-30soniya yuk ta'sir etgandan so'ng qayd qilinadi. So'ngra, namunadan yuk olib tashlanadi va uni 1,5 $^{\circ}\text{C}$ /daq. tezlik bilan isitiladi. Harorat esa potensiometr yordamida aniqlanadi. Namuna 3 harorat ostida 3 daqiqa saqlanadi. Har bir berilgan haroratda (interval 50 $^{\circ}\text{C}$) namuna yuklanadi va uning deformatsiyasi qayd qilinadi. Tajriba namunaning deformatsiyasi sakrashsimon (birdaniga) oshib borgunga qadar davom etadi. Deformatsiyaning birdaniga (sakrashsimon) oshib borishiga mos keluvchi haroratga, polimerning oquvchanlik (suyuqlanish) harorati (T_0) deyiladi. Olingan natijalar asosida polimerning termomexanik egri chizig'i, ya'ni deformatsiyasining haroratga bog'liqligi grafigi chiziladi (4.3 - rasm). Ushbu rasmdan ma'lumki, past haroratlarda polimerning deformatsiyasi kichik bo'ladi. Bunda polimer o'zini shishadek tutadi, ya'ni (I) da u shishasimon holatda bo'ladi. Agar namunaga ta'sir etuvchi kuchlanish 0,1 MPa dan oshmasa, deformatsiya nihoyat kichik bo'ladi. Demak, ushbu kuchlanish ta'sirida makromolekula segmentlari statistik chigal shaklini o'zgartirmaydi.

Harorat polimerning shishalanish harorati T_{sh} ga tenglashganda, deformatsiya oshib borib, bir necha o'nlab % larni tashkil etishi mumkin. Ushbu oraliq (II) da namuna shishasimon holatidan chiqqan, ammo rezinaga o'xshagan elastik holatga to'liq o'tishga ulgurmagan bo'ladi. Demak, $T < T_{sh}$ bo'lganda, barcha polimer materiallari shishasimon holatda bo'ladilar.

Namunani isitish davomida deformatsiyasining birdaniga oshib borishiga mos keluvchi haroratga, polimerning yumshash harorati deyiladi. YUmshash harorati har qanday polimer materialining issiqqa chidamliligini va uni qayta ishlash imkoniyatini ifodalovchi asosiy ko'rsatgich hisoblanadi. Agar shishasimon polimer materialini isitish paytida yuqori elastiklik yoki bevosita qovushqoq oquvchanlik holatiga (molekulyar massasi kichikligi tufayli) o'tib borsa, unda yumshash harorati polimerning shishalanish yoki oquvchanlik haroratiga mos keladi. Kristall polimerlar uchun esa yumshash harorati oquvchanlik haroratiga mos keladi.

YUqori elastiklik yoki qovushqoq oquvchanlik holatlarga o'tmasdan termodestruksiya jarayonlari kuchayib boradigan polimerlarda yumshash harorati ularning destruksiyanish haroratiga mos keladi.

SHuni alohida ta'kidlab o'tish kerakki, polimerning yumshash harorati uni isitish tezligiga, shiddatli holatlar turiga, chastotaga yoki deformatsiyalanish davomiyligiga va kuchlanishning kattaligiga kuchli bog'liqdir. Polimerning yumshash harorati uning tabiatiga, kimyoviy tarkibi va tuzilishiga bog'liq bo'lib, uni quyidagi yo'llar bilan pasaytirish mumkin: birinchidan, polimer tarkibiga plastifikator kiritish yo'li bilan va, ikkinchidan, polimerning molekulyar massasini pasaytirish yo'li bilan. Harorat polimerning shishalanish haroratidan oshganda (III), polimer rivojlangan yuqori elastiklik holatiga o'tadi. Bunda u oson deformatsiyalanadi, kuch ta'sir etmaganda, polimer dastlabki holatiga o'tadi. Demak, bu holatda polimerning deformatsiyasi qaytuvchandir. Kuchlanish va harorat ostida makromolekula statistik shaklini o'zgartirib, segmentlari bilan birga siljiydi, natijada yuqori elastik deformatsiya paydo bo'ladi. SHuning uchun deformatsiyaning rivojlanishi yangi deformatsiyani – qovushqoq-oquvchan deformatsiyani (IV) paydo bo'lishiga olib keladi. Polimerda qovushqoq-oquvchan deformatsiyani yuzaga keltiruvchi harorat esa, polimerning suyuqlanish (T_s) yoki oquvchanlik (T_o) harorati deb ataladi. Harorat oquvanlik haroratidan oshganda, polimer qovushqoq-oquvchanlik holati (IV) da bo'ladi. Bu holatda polimer qaytmas deformatsiyaga uchraydi.

Termomexanik egri chiziqning eng ahamiyatli tomoni shundan iboratki, u polimerda shishasimon, yuqori elastiklik va qovushqoq-oquvchanlik holatlarning mavjudligini va ularning harorat chegaralarini aniqlab beradi. Ushbu uchala holatlarga, fizik yoki relaksatsion holatlar deb ataladi. Darhaqiqat, quyimolekulyar birikmalar, xususan, suv 3 ta agregat holatda bo'lishi mumkin: qattiq, suyuq va bug' (gaz). Moddalarning qaynash haroratlari ularning molekulyar massalariga bog'liq. Molekulyar massaning ortib borishi moddaning qaynash haroratini oshishiga olib keladi. YUqorimolekulyar birikmalar, xususan, polimerlarning molekulyar massalari nihoyatda katta bo'lganligi tufayli, ularning qaynash haroratlari ham juda yuqori bo'ladi. SHuning uchun barcha polimerlarning qaynash haroratlari ularning parchalanish haroratidan yuqori bo'ladi. SHu sababdan polimerlarni gazsimon holatga o'tkazib bo'lmaydi.

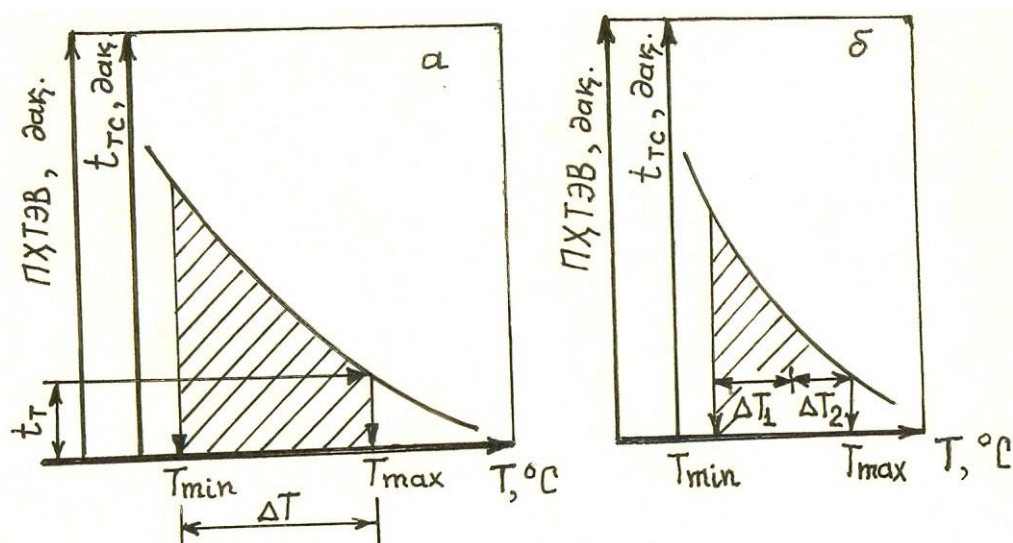
SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimerlar 2 ta agregat holatda (qattiq va suyuq) va 3 ta fizik (shishasimon, yuqori elastiklik va qovushqoq-oquvchanlik) holatlarda bo'ladilar. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimer materialini qayta ishlash va olingan buyumdan foydalanish uchun uning har bir fizik holati (shishasimon, yuqori elastik va qovushqoq-oquvchanlik) katta ahamiyatga ega. Ushbu holatlarda har bir polimer materiali o'ziga xos fizik-mexanik va texnologik xossalarga ega bo'ladi. Masalan, shishasimon holatda bo'lgan polimerlar tola, lok-

bo'yoq, kinolentalar olishda qo'llaniladi. Ammo yuqori elastik holatda bo'lgan polimerlar ko'pincha rezina sanoatida qo'llaniladi.

Amalda shishalanish T_{sh} va oquvchanlik T_o haroratlarning qiymati bir biridan keskin farq qiladi. SHuning uchun ba'zan bir yoki ikki fizik holatga ega bo'lgan polimerlar ham uchrab turadi. Masalan, parchalanish harorati T_t shishalanish harorati T_{sh} dan yuqori-yu, oquvchanlik harorati T_o dan past polimer materiali qizdirilganda, u yuqori elastik holatga o'ta boradi (4.3- rasm, III-holat). Ammo uni qovushqoq-oquvchan holat (IV) ga o'tkazib bo'lmaydi, chunki u parchalanib ketadi. Bunday polimerlar guruhiga poliakrilonitril, PVX, PVS va boshqalar kiradi. Polimer zanjiri bukiluvchan bo'lsa, uning shishalanish harorati yuqori bo'ladi. U qizdirilganda, yuqori elastik holat (III) ga o'tishga ulgurmasdan, parchalanib ketadi. Masalan, nitrotsellyuloza va sellyulozaning bir qator efirlari faqatgina shishalanish holatidagina mavjud. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, T_{sh} dan past haroratlarda kesish, randalash, frezerlash, rezba chiqarish va boshqa mexanik ishlov berish usullari yordamida polimerlardan buyum olish mumkin. Agar shishalanish (T_{sh}) va mo'rtlik (T_m) haroratlari orasidagi farq katta va xona haroratini ham qamrab olgan bo'lsa, unda ushbu polimer polimerdek qo'llanilishi mumkin. Agar oquvchanlik (T_o) va shishalanish (T_{sh}) haroratlari orasida xona harorati ham mansub bo'lsa, polimer elastomer kabi qo'llanilishi mumkin. Ammo polimerlarning polimer yoki kauchuk sifatida qo'llanilishi nihoyatda shartlidir. CHunki polimer va kauchuklar orasida prinsipial farq yo'q, ular faqatgina shishalanish haroratlari bo'yicha farqlanishlari mumkin. Masalan, platmassalarning T_{sh} xona haroratidan yuqori bo'lib, kauchuklar uchun esa u xona haroratidan pastdir. Polimerlarning qovushqoq-oquvchanlik holati (IV) ularni qayta ishlash uchun katta amaliy ahamiyatga ega. Harorat oquvchanlik T_o haroratidan kichik bo'lsa, polimerni shuncha oson qayta ishlash mumkin, chunki uni qayta ishlash harorati kuchli rivojlangan qovushqoq-oquvchanlik haroratlarda oralig'ida joylashgan. Agar qayta ishlash harorati T_o ga yaqinroq bo'lsa va polimer shakllanish paytida elastiklik xossalarini saqlanib bilsa, unga shakl berish nihoyatda qiyin bo'ladi. Masalan, elastik polimerdan kub pressqolipda shar presslab, uni T_{sh} dan past haroratlarda sovutish mumkin. Pressqolip ochilganda, polimer kub shaklini oladi, ammo ushbu shakl barqaror bo'la olmaydi. CHunki kubni T_{sh} dan yuqoriroq haroratlarda qizdirilganda, u yana shar shaklini oladi. YUqori elastiklik holatda polimer materiallari turli usullarda qayta ishlanishi mumkin. Masalan, polimer materialini cho'zishga asoslangan-termovakuum va pnevmatik shakl berish, shtamplash, prokatkalash, issiqlik ta'sirida cho'zib orientirlash va boshqa qayta ishlash usullari aynan yuqori elastiklik holat (III) da amalga oshiriladi. Engli pardalar olishda suyuqlanma ekstruzion kallakdan

chiqqandan keyin, yuqori elastiklik holatiga etgunga qadar ichki havo bosimida puflanadi. Bir va ikki o'q bo'ylab orientirlangan pardalar, ip va tolalar ham yuqori elastiklik holat **(III)** da materialni cho'zish yo'li bilan olinadi. Ekstruziyalash, bosim ostida quyish, quyib presslash (qoliplash), shimdirish, moylash kabi usullarda material qovushqoq-oquvchan holat **(IV)** ga keltiriladi, unga kerakli shakl beriladi va sovutish yoki qotirish yo'li bilan buyum shakllanadi.

Qayta ishlash jarayonlarning barqaror kechishini ta'minlash, buyumning sifati va kerakli ko'rsatgichlarga ega bo'lishi uchun quyidagi talablarga qat'iy rioya qilinadi. **Birinchidan**, suyuqlanmaning qovushqoqligi o'zgarmasligi kerak va **ikkinchidan**, buyumning shakllanish jarayonlarini ifodalovchi ko'rsatgichlar (bosim, harorat, tezlik va b.) ni o'zgarib turishiga yo'l qo'yilmaydi. Suyuqlanmaning qovushqoqligi va qayta ishlash ko'rsatgichlari buyumni shakllantirish jarayonida o'zgarib turadi. Buning asosiy sababi-polimerda kechadigan issiqqa oksidlanish va gidrolitik destruksiya jarayonlaridir. SHuning uchun qayta ishlashning harorat-vaqt chegarasini aniqlash katta amaliy ahamiyatga ega. Polimer suyuqlanmasining issiqqa barqarorlik davrining haroratga bog'liqlik grafigidan qayta ishlashning harorat-vaqt chegarasi aniqlanadi .



Polimerni qayta ishlashning harorat-vaqt chegarasi: PHTEV-polimeriga haroratni ta'sir etish vaqti. Rasmda polimerni harorat-vaqt chegarasida issiqqa oksidlanishsiz va gidrolitik destruksiyasiz qayta ishlash imkoniyati chiziqlar bilan shtrixlangan. Mana shu chegara past haroratlardan tomonidan qayta ishlashning minimal harorati $T_{\min}$ bilan cheklangan. Polimerning oquvchanlik harorati T_0 dan kelib chiqib,

reologik xossalari va har bir qayta ishlash usuliga xos bo'lgan shakllanish sharoitlarini inobatga olgan holda $T_{\min}$ tanlab olinadi.

YUqori haroratlar tomonidan esa, ushbu chegara qayta ishlash haroratining maksimal qiymati $T_{\max}$ bilan cheklangan. Uni aniqlash uchun ordinata o'qiga qayta ishlash haroratini ta'sir etish vaqti (t_T) qo'yiladi. Olingan nuqtadan absissa o'qiga parallel qilib chiziq o'tkaziladi va uni issiqqa barqarorlik-

harorat bog'liqligiga kesgunga qadar davom ettiriladi. Nuqtaning kesilish absissasi $T_{\max}$ ga to'g'ri keladi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, qayta ishlash qurilmalarining harorat rejimining o'zgarishini inobatga olib, texnologik amaliyotida qayta ishlash maksimal harorati **10-15 °C ga pasaytirib** olinadi. SHuni inobatga olish kerakki, qayta ishlash qurilmalarida polimerga haroratning ta'siri har xil bo'lishi mumkin. Masalan, bosim ostida quyish qurilmalarida polimerga qayta ishlash haroratining ta'sir etish vaqti t_T quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$t_T = \frac{m}{m_0} \cdot t_{\text{u}}$$

bu erda m - mashina silindrida qizdiriladigan materialning massasi, **kg**;

m_0 - bitta quyma buyumning massasi, **kg**;

t_s - sikl davomiyligi (vaqti), s.

Sikl davomiyligi (vaqti) quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$t_s = t_M + t_{\text{sov}}$$

bu erda t_M - mashina vaqti bo'lib, u quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$t_M = t_{y_0} + t_t + t_o$$

t_{sov} - buyumni sovitish davomiyligi (vaqti), s;

t_{y_0} -qolipni yopilish davomiyligi (vaqti), s;

t_t -qolipni to'ldirish davomiyligi (vaqti), s;

t_o - qolipni ochilish davomiyligi (vaqti), s.

Ekstruzion qurilmalarda polimerga qayta ishlash haroratining ta'sir etish vaqti t_T quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$t_T = \frac{v_{\text{цл}}}{Q}$$

bu erda $v_{\text{сл}}$ -silindr bo'shlig'ining hajmi, m^3 ; Q -ekstruderning samaradorligi.

Avvalambor, shuni alohida ta'kidlash kerakki, polimerning qayta ishlanuvchanligini ko'rsatadigan asosiy ko'rsatgich – bu qayta ishlash haroratining maksimal T_{max} va minimal T_{min} qiymatlari orasidagi farqdir. YA'ni,

$$\Delta T = T_{\text{max}} - T_{\text{min}}$$

Polimerni mana shu haroratlar oralig'ida qayta ishlash uchun suyuqlanmasining issiqqa barqarorlik davri 15 daqiqadan oshmasligi kerak. Issiqqa barqarorlik-harorat bog'liqligi grafigida t_T o'rniga 15 daqiqa qo'yib, polimerni qayta ishlash maksimal harorati topiladi/

Polimerni yaxshi yoki yomon qayta ishlanishi qayta ishlash haroratining T_{max} va T_{min} qiymatlarining farqi ΔT ga bog'liq. Agar $\Delta T > 50^\circ\text{C}$ bo'lsa, polimer yaxshi qayta ishlanadi, $\Delta T = 30-50^\circ\text{C}$ ni tashkil etsa, qoniqarli va agar $\Delta T < 30^\circ\text{C}$ bo'lsa, polimer qiyin qayta ishlanadi.

Quyidagi jadvalda bosim ostida quyish usulida bir qator termoplastlarning qayta ishlash haroratlari oralig'ida qayta ishlanuvchanlik ko'rsatgichlari ko'rsatilgan.

SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, qayta ishlash jarayonida harorat rejimi asosiy hal qiluvchi rol o'ynaydi. SHuning uchun harorat rejimi ustidan qat'iy nazorat qilish kerak. Bundan tashqari, qayta ishlash qurilmalari tasodifan ishdan to'xtab qolgan paytlarda, ularni ishga tushirishdan oldin, barcha qismlari material qoldiqlaridan tozalanadi. Qovushqoq-oquvchanlik holatda polimerlarni qayta ishlashning haroratlar oralig'i (ΔT) tor bo'lishi mumkin. Odatda, bunday polimerlarni qayta ishlash qiyinchiliklar tug'diradi. SHuning uchun ularni qiyin qayta ishlanadigan polimerlar deb ataladi. Bu guruhga PVX va uning asosida olingan kompozitsiyalar hamda tarkibida xlor saqlanuvchi termoplastlar kiradi.

Bosim ostida quyish usulida bir qator termoplastlarning qayta ishlash haroratlari oralig'ida qayta ishlanuvchanlik ko'rsatgichlari

Termoplast	Turi	T_{min} , K	T_{max} , K	ΔT , K	Qayta ishlanuv-

					chanligi
PS	PSMD, PSM	160	280	120	YAxshi
	PSS, PSSP, PSE-1, PSE-2	160	270	110	YAxshi
PK	PK-1, PK-2, PK-3	250	290	40	Qoniqarli
	PK-6	250	320	70	YAxshi
PMMA	LPT, LSOM, LSOM-4B, Dakril-2M	185	230	45	Qoniqarli
PSF	Quyma – A	280	340	60	YAxshi
ZYUPE	DavST 16338-77	160	280	120	YAxshi
ZPPE	DavST 16337-77				
PP	04P, 05P	190	270	80	YAxshi
PA-12	P-12-10	220	285	65	YAxshi
PA-610	PA-610	230	270	40	Qoniqarli
PA-6	PA 6 – 210/310	235	270	35	Qoniqarli
PA-66	Quyma	265	285	20	Qiyin
SFD	SFD – A, SFD – B, SFD – V, SFD – D	175	220	45	Qoniqarli
STD	STD – A, STD – B, STD – V, STD – G, STD – D	175	220	45	Qoniqarli
PETF	030110	260	270	10	Qiyin
PBTF	-	235	270	35	Qoniqarli

Izoh. PS –polistirol; PP-polipropilen; PA- poliamid; PK - polikarbonat; SFD-sopolimer formaldegid dioksalan bilan; STD-sopolimer trioksan dioksalan bilan;

PETF-polietilentereftalat; PMMA- polimetilmetakrilat; PBTF-polibutilentereftalat; PSF-polisulfon; ZYUPE- zichligi yuqori polietilen; ZPPE- zichligi past polietilen. Ular uchun oquvchanlik harorati T_0 va termodestruksiya uchrashish harorati T_t orasidagi farq uncha katta emas- bir necha gradusdan $25-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etadi. Bunday polimerlarni qayta ishlash uchun maxsus usullardan foydalaniladi. YA'ni, polimerning oquvchanlik haroratini va samarali qovushqoqligini pasaytirish maqsadida suyuqlanmaning reologik va relaksatsion xossalari kerakli darajada rostlanadi. Termoplastlar va reaktoplastlarning eng asosiy texnologik va ekspluatatsion xossalarini ifodalovchi ko'rsatgichlaridan biri – bu ularning kirishishidir. **Kirishish** deganda (ba'zan qadalish ham deyiladi), buyumning hajmi yoki chiziqli o'lchamlarining qolip o'lchamlariga nisbatan kichrayishi tushuniladi. Ma'lumki, har qanday buyum yoki namuna qizdirilganda kengayib, sovutilganda torayish xususiyatiga ega. Termoplastik va termoreaktiv polimerlardan olingan buyumlarda doimo kirishish yuz beradi: buyum yoki namunaning o'lchamlari qolipning o'lchamlaridan doimo kichik bo'ladi. Mana shu hodisani polimerni bosim ostida quyishda, ekstruziyalashda, presslashda va boshqa ishlov berish usullari yordamida olinadigan buyumlarda yaqqol ko'rish mumkin. Xususan, bosim ostida quyishda paydo bo'ladigan barcha muammolar ushbu jarayonning o'zgaruvchan bosim va o'zgaruvchan (nostatsionar) haroratlar sharoitida kechishi bilan bog'liqdir. Bosim ostida va harorat ta'sirida polimerning zichligi kuchli o'zgaradi. YUqori haroratlarda esa polimerning zichligi uning xona haroratidagi zichligidan nihoyatda kichik bo'ladi. SHuning uchun, qolipni suyuqlanma bilan to'ldirib, uni atmosfera bosimi ostida sovutilganda, tayyor buyumning o'lchamlari haroratli kirishish tufayli qolip o'lchamlaridan farq qiladi, ya'ni unda kirishish yuz beradi. Mana shu ko'ngilsiz hodisani oldini olish uchun qolip yuqori bosim ostida to'ldiriladi. Sovutishning dastlabki jarayonida qolip ichidagi polimer hajmiy siqilgan holatda bo'ladi. Qolipni sovutilganda esa hajmiy siqilish kattaligi kamayib boradi, ammo 0 ga teng bo'la olmaydi. Natijada kirishish qiymati kamayib, buyumning sifati va ekspluatatsion xossalari yaxshilanadi. Buyum yoki namuna (kub, parallelopiped, tasma va b.) o'lchamlari aniq bo'lgan qolipga quyilib, uni sovutib olingandan keyin, shtangensirkul yoki mikrometr yordamida uning chiziqli o'lchamlari o'lchanadi.

Polimer buyumlarida yuz beriladigan kirishi (qadalish) **2 xil** bo'lishi mumkin.

1. CHiziqli kirishish.
2. Hajmiy kirishish.

CHiziqli kirishish S_f quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$S_l = \frac{l_o - l}{l_o} \bullet 100\%$$

bu erda l_o – qolip bo‘shlig‘ining chiziqli o‘lchami, **mm**;

l – qolipda xona haroratigacha sovutib olingan buyumning chiziqli o‘lchami, **mm**.

SHuni yodda tutish kerakka, kirishish kattaligi sovutish tezligiga bog‘liqdir. Sovutish tezligi esa buyumning turli qismlarida (qalin va yupqa qismlarida) har xil bo‘lishi mumkin. SHuning uchun oddiy geometrik shaklga ega bo‘lgan buyumlar (kub, parallelopiped, tasma va b.) ning kirishishini aniq hisoblash mumkin.

Agar buyumning dastlabki va oxirgi muvozanatdagi holatlari (yoki hajmlari) aniq bo‘lsa, unda hajmiy kirishishni quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:

$$S_v = \frac{V_o - V}{V_o} \bullet 100\%$$

bu erda V_o – qolip chuqurchasining hajmi, **sm³**;

V – buyumning hajmi, **sm³**.

Buyumning o‘rtacha o‘lchami $\bar{L} = \sqrt[3]{V}$ va qolipning o‘rtacha o‘lchami $\bar{V} = \sqrt[3]{V_o}$ ni inobatga olib, o‘rtacha chiziqli kirishishni quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:

$$\bar{S}_l = 1 - \left(\frac{V}{V_o} \right)^{1/3}$$

Buyumning shakllanish jarayonida, uni saqlash va undan foydalanish paytida chiziqli o‘lchamlarining kichrayishiga, **chiziqli kirishish yoki chiziqli qadalish** deyiladi. Agar buyumning hajmi o‘zgarsa, unda **hajmiy kirishish** deyiladi. SHuni ham e‘tiborga olish kerakki, ba‘zi bir paytlarda buyumning hajmi sezilarli darajada o‘zgarmasligi ham mumkin. CHiziqli va hajmiy kirishishlar buyumda yuz beradigan relaksatsiya jarayonlari bilan bog‘liq bo‘lib, bunda orientirlangan polimerda makromolekulalarning tartiblanishi kuzatiladi. YA’ni, ta’sir etuvchi kuch yo‘nalishida orientirlangan makromolekulalar o‘zlarining dastlabki holatlarini egallashga intiladilar. Natijada buyumning chiziqli o‘lchamlari (masalan, qalinligi, kengligi, uzunligi, diametri va boshqa o‘lchamlari) qolipning o‘lchamlariga nisbatan kichrayib qoladi. SHuni ham

alohida ta'kidlash kerakki, termoplastlarda yuz beradigan kirishishlar ularni qayta ishlash texnologiyasiga bog'liqdir. Masalan, bosim ostida quyish usulida olingan buyumlarda kirishish suyuqlanmaning quyish qolipida jadal soviyishi bilan bog'liq bo'lsa, buyumni qolipdan chiqarib olgandan keyin ham uning soviyishi davom etadi. Chunki polimerlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti metallarnikiga nisbatan yuzlab marotaba kichikdir. Kirishish qolipda **2 bosqichda** yuz beradi. **Birinchi bosqichda**, buyum haroratining pasayib borishi tufayli materialning hajmi kichrayib boradi va uning zichligi oshadi. **Ikkinchi bosqichda** esa kristallanuvchan polimerlarda yuz beradigan kirishish ularning kristallanish tezligiga va uning to'liq oxiriga etishiga bog'liq bo'ladi. Amorf polimerlarda esa haroratning pasayib borishi buyum hajmining kichrayishiga olib keladi.

SHuni ham unutmaslik kerakki, termoplastlarda qanchalik qolipning harorati va buyumni sovutish tezligi katta bo'lsa, kirishish shunchalik katta bo'ladi. Kirishishni buyumning turli o'lchamlarini o'lchash yo'li bilan aniqlash mumkin. Masalan, buyumning qalinligini, kengligini, uzunligini, diametrini va boshqa kattaliklarini aniqlash yo'li bilan buyumdagi kirishish kattaligini hisoblash mumkin. Agar har bir aniqlangan kirishish kattaligi buyumning turli joylarida yoki yo'nalishlarida bir xil qiymatga ega bo'lsa, unda aniqlangan kirishish bir jinsli hisoblanadi. Aslida esa polimer buyumlaridagi kirishishlar bir jinsli emas. **Kirishishning anizotropi** (buyumning turli qismlari va yo'nalishlarida kirishish kattaligining turlicha bo'lishi) asosan uni bir tekis sovutilmaganligi oqibatidir. Buyumning zichligi uning qalinroq qismlariga nisbatan yuqaroq qismlarida tezroq oshib boradi. Bu esa, o'z navbatida, polimerning ichki oqishini yuzaga keltiruvchi bosimlar farqini hosil bo'lishiga, makromolekulalar va ustmolekulyar tuzilmalarning orientirlanishiga olib keladi. Rezina va reaktoplastlarning kirishishi ularning tabiatiga, kimyoviy tarkibi va tuzilishiga, to'ldirgichlarning turiga, miqdori va o'lchamlariga, kompozitsiyalarni dastlabki tayyorlash sharoitiga (komponentlarini dastlabki qizdirib olish, kompozitsiyani tabletkalash, granulalash) va buyumni shakllash rejimiga bog'liq bo'ladi. Masalan, presslash paytida kirishish yopiq press qoliplarda kechadigani jarayonlarga bog'liq bo'ladi: polimerning suyuqlanishi bilanoq, "g'ovak" kompozitsiya zarrachalari o'zaro yaqinlashuvi hisobiga g'ovakligi keskin kamayib boradi. Bunda suyuqlanma siqilib zichlanadi, tarkibidan namlik, gaz va boshqa uchuvchan moddalar ajralib chiqib, u yaxlit massaga aylanadi. Biriktiruvchi moddaning qotishi natijasida namlik, bug', gaz va boshqa uchuvchan moddalarning ajralib chiqishi tufayli uning hajmi kichrayib boradi. Natijada buyumda kirishish (qadalish) yuz beradi. Kirishishning bunday turiga,

kimyoviy yoki reaksiya kirishish deyiladi. SHuni ham unutmaslik kerakki, press qolip yopilishi bilan ham, reaktoplastlarning hajmi kuchli pasayadi. Buyumni qolipdan chiqarib olishda ham uning hajmi o'zgaradi. Bunda u issiqlik zarbasiga ("termoudarga") uchraydi, chunki haroratlar farqi **150-180 °C** ni tashkil etishi mumkin. Buyum o'lchamining keyingi o'zgarishi uning soviyishi bilan bog'liq bo'ladi. Agar buyum bir tekis soviymasa, unda anizotrop kirishish yuz beradi.

1.5. TAYYOR BUYUMLARNING EKSPLOATSION XOSSALARI.

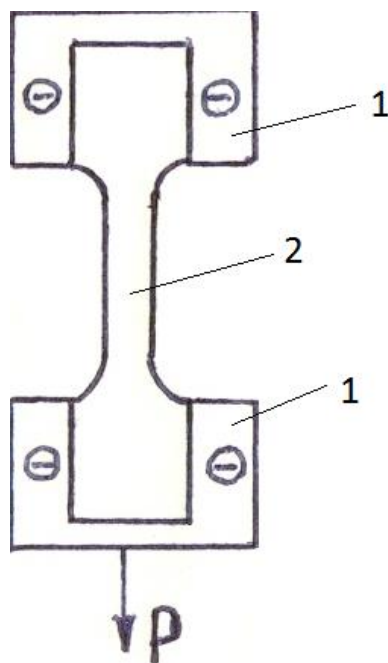
Polimer materialini sinash deganda, mexanik maydonlar ta'sirida materialning chidamliligini ifodalovchi ko'rsatgichlarni aniqlash tushuniladi. Sinov natijalari esa bir xil sharoitda turli polimerlarni qiyoslashga imkon beradi. Polimerlarning mexanik xossalarini ifodalovchi ko'rsatgichlar (mustahkamligi, deformatsiyalanishi, cho'ziluvchanligi, bikrligi, qattiqligi, zichligi va h.) nafaqat masshtab omillari (namunaning uzunligi, kengligi, qalinligi) ga, balki tajribani o'tkazish shart-sharoiti (namlik, harorat, bosim, yuklash rejimi va h.) ga bog'liqdir. Polimerlarda tashqi maydon ta'sirida kechadigan relaksatsion va aktivatsion kinetik jarayonlarni ifodalovchi har qanday ko'rsatgich vaqtga, yuklash tezligiga va haroratga bog'liq bo'ladi. Bundan tashqari, polimerlar majburiy yuqori elastiklik deformatsiyalanish qobiliyatiga ega ekanliklari tufayli ularning relaksatsion tavsifnomalari ta'sir etuvchi kuchlanishga kuchli bog'liqdir. SHuning uchun polimerlarning mexanik xossalarini ifodalovchi ko'rsatgichlarni aniqlash katta ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Polimerlarni sinash natijalari turli maqsadlarda qo'llanilishi mumkin:

- yangi materiallar ishlab chiqishga;
- materialni texnik nazoratdan o'tkazishda va ko'plab buyum ishlab chiqarishga;
- materialni muhandis baholashga, ya'ni buyum ishlab chiqarish uchun materialni tanlashda;
- konstruktorlik hisoblashda.

Masalan, materialni muhandis baholash uchun, ya'ni buyum ishlab chiqarish uchun materialni tanlashda quyidagi ko'rsatgichlar majmuidan foydalaniladi: materialning zichligidan, materialni siqish va cho'zish paytida kuchlanishning deformatsiyaga bog'liqligi diagrammasidan, materialning mustahkamligidan, parchalanish paytidagi siqilish va cho'zilish kuchlanishlaridan, qattiqligidan, statik va dinamik bikrlilik modullaridan, cho'zilish va siqilish paytida deformatsiyaning vaqtga bog'liqligi (ya'ni, cho'ziluvchanligi) dan, berilgan deformatsiyada kuchlanishning relaksatsiyasidan, siqilishda qoldiq deformatsiyasidan, mexanik isroflar ko'rsatgichi (so'nish dekrementi yoki mexanik isroflar burchagining tangensi) dan, toliqish mustahkamligi (yoki chidamliligi) dan, ajratishga qarshiligidan, zarba qovushqoqligidan, ishqalanish koeffitsientidan, eyilishga chidamliligidan, issiqbardoshligi (yumshayish harorati, shishalanish harorati) dan,

sovuqqa chidamliligidan, mo'rtlik haroratidan. Materialning ba'zi bir ko'rsatgichlari (masalan, uning mustahkamligi, zarba qovushqoqligi, siqilish paytida qoldiq deformatsiyasi, mo'rtlik harorati) uni texnik nazoratdan o'tkazishga, materialning elastiklik moduli va ishqalanish koeffitsientidan esa konstruktorlik hisoblashda keng foydalaniladi. Polimer materialiga ta'sir etuvchi kuchlanish σ ning deformatsiyasi ε ga bog'liqligi diagrammasining mohiyati shundan iboratki, ushbu bog'liqlik polimer buyumlarining mexanik xossalarini tashqi maydon ta'sirida ifodalovchi ko'rsatgichlarni aniqlash va ularni boshqa materiallar ko'rsatgichlari bilan solishtirish yoki qiyoslash imkonini beradi. Sinov tajribalari esa materialni cho'zilishda, siqilishda, egilishda, siljishda, burilishda va boshqa yuklash turlarida o'tkazilishi mumkin. Polimerlarni **cho'zilishda sinash usuli** standartlashtirilgan (DavST 11262-80) bo'lib, sinov tajribalarini o'tkazish uchun to'g'ri burchakli tasmasimon yoki belcha (kurakcha) simon namunalardan qo'llaniladi.

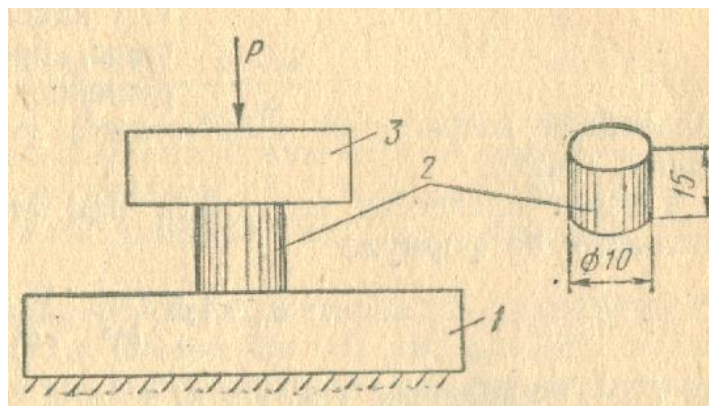


Qisqichlar (1) va belchasimon polimer namunasi (2) ni cho'zilishda sinash sxemasi.

Namuna uzunligining kengligiga nisbati 5 dan kichik bo'lmasligi kerak. Namunaning uzunligi, kengligi va qalinligi shtangensirkul yoki mikrometr yordamida aniq o'lchanadi va uzuvchi (parchalantiruvchi) mashina qisqichlariga

mahkamlanadi. Mashinaning harakatlanuvchi qisqichi o'zgarmas tezlik bilan namunani cho'zadi.

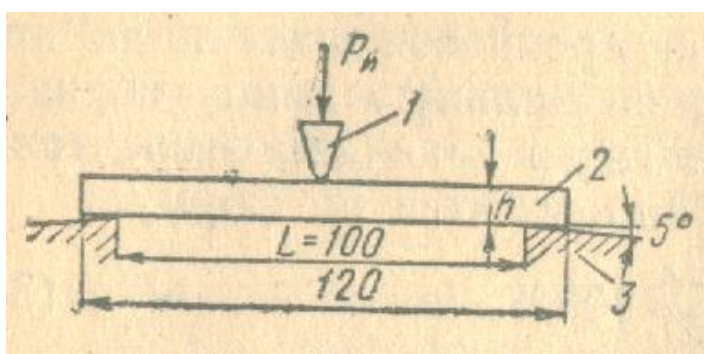
Polimerlarni **siqilishda** esa parallelepiped yoki silindrsimon namunalardan qo'llaniladi.



Polimer namunasini siqilishda sinash sxemasi: 1,3-po'lat plitalar; 2- silindrsimon namuna.

Namunaning o'lchamlari o'lchab olingandan so'ng, u ikkita parallel o'rnatilgan plitalar orasida joylashtiriladi. Plitalar o'zgarmas tezlik bilan harakatlanib namunani siqadi. Parallelepiped balandligining minimal poydevor o'lchamiga nisbati **1,5** yoki **2,9** ni tashkil etishi mumkin.

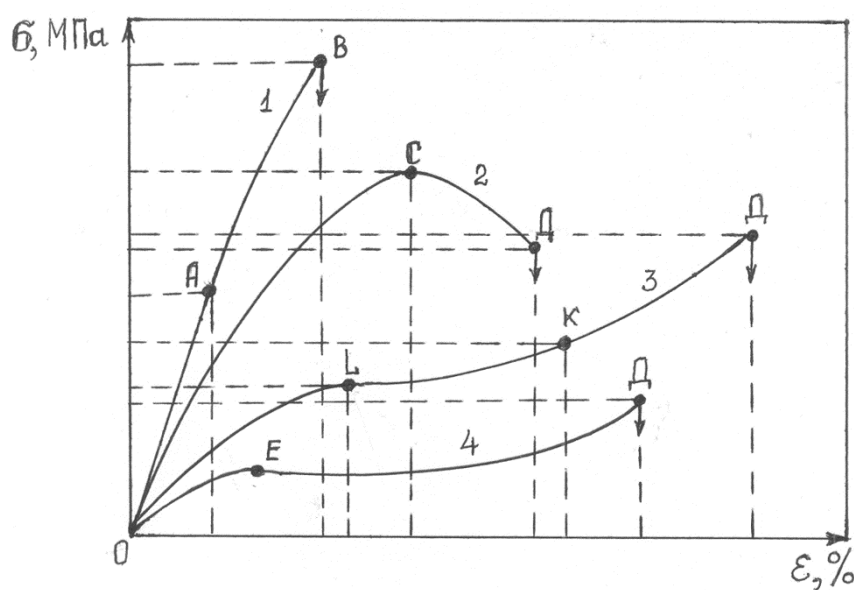
Polimerlarni **statik egilishda sinash usuli** standartlashtirilgan (DavST 4648-71) bo'lib, namuna ikkita tayanchlar ustiga erkin qo'yiladi



Statik egilishda polimer namunasini sinash sxemasi: 1-taqa orqali namunani eguvchi kuch; 2-polimer namunasi; 3-po‘lat tayanchlar.

DavST 4648-71 talablariga asosan, statik egilishda sinab ko‘rish uchun namunaning uzunligi (**L**) **80 mm**, kengligi (**b**) **(10±0,5) mm** va qalinligi (**h**) **(4±0,2) mm** ni tashkil etishi kerak va namunaning uzunligi qalinligidan **20 marta** katta bo‘lishi kerak. Tayanchlar orasidagi masofaning namuna qalinligiga nisbati **16** ga teng bo‘lishi kerak. Mexanik yuk namunaning o‘rtasiga o‘zgarmas tezlik bilan ta’sir etadi. SHuni alohida ta’kidlash kerakki, polimer namunalarini cho‘zilishda sinash uchun o‘ziyozar moslamalar bilan jihozlangan uzuvchi yoki parchalantiruvchi mashinalardan qo‘llaniladi. Ular namunaga ta’sir etuvchi kuch va deformatsiya o‘zgarishini maxsus koordinatali qog‘ozga chizib boradi. Olingan natijalar asosida namunaga ta’sir etuvchi kuchlanish **σ** ning deformatsiyasi **ϵ** ga bog‘liqligi grafigi chiziladi. Materialning asosiy mexanik ko‘rsatgichlari tajribada hosil qilingan ushbu egri chiziqlar asosida aniqlanadi. Kuchlanish **σ** va deformatsiya **ϵ** namunaning boshlang‘ich o‘lchamlariga nisbatan (ya’ni, namunaning ko‘ndalang kesim yuzasi **S** va boshlang‘ich uzunligi **l_0** ga nisbatan) aniqlanadi.

1-egri chiziq tez sinuvchan mo‘rt materiallarga xos bo‘lib, materialni mo‘rt parchalanishini ifodalaydi, chunki namunada oquvchanlik kuzatilmaydi va u nisbatan kichik deformatsiyalarda parchalanadi. 1-egri chiziqdagi **B** nuqtaga mos keluvchi kuchlanish parchalanish kuchlanishini, deformatsiya esa parchalanish deformatsiyani ifodalaydi.



Polimer namunasini parchalanishini ko‘rsatuvchi “kuchlanish-deformatsiya” bog‘liqligi.

Demak, materialni choʻzishda, egilishda va siqilishda hosil qilinadigan 1-egri iziqdagi **B** nuqta va unga mos keladigan kuchlanish materialining mexanik mustahkamligini ifodalaydi. 1-egri chiziq ostidagi yuza namunani parchalanishiga sarflangan mexanik ishni aniqlash va **A** nuqtaga mos keluvchi mutanosiblik hududiga mos keluvchi kuchlanish va deformatsiyani aniqlash imkonini beradi. **OA** hududida yuk va deformatsiya mutanosib ravishda oʻzgarib boradi. Ushbu hududda Guk qonuni toʻliq bajariladi:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

bu erda **E**- elastiklik moduli (YUng moduli).

OA toʻgʻri chiziqning deformatsiya oʻqiga nisbatan tangens burchagi **elastiklik moduli (YUng moduli) ni ifodalaydi**. YUng moduli qanchalik katta boʻlsa, material shunchalik bikr sanaladi. Odatda, **E** ning kattaligi deformatsiyaning **(0,1-0,3) %** oraligʻida, yaʼni σ va ε orasidagi bogʻliqlik toʻgʻri chiziqdan iborat boʻlganda aniqlanadi. “Umumiy fizika” kursidan maʼlumki, qattiq materialning deformatsiyaning darajasi YUng moduli, yaʼni elastiklik moduli bilan tavsiflanadi. Poʻlat, keramika, choʻyan va boshqa shunga oʻxshagan qattiq materiallarning YUng moduli **10^{11} - 10^{12} Pa**, anorganik shishalar uchun **10^{10} - 10^{11} Pa**, shishasimon polimerlar uchun **10^9 - 10^{10} Pa** qisman kristallangan polimerlar uchun **10^8 - 10^9 Pa** va turli xil rezinalar uchun **10^6 Pa** dan kichik boʻlishi mumkin. Ushbu raqamlarni oʻzaro solishtirib aytish mumkinki, polimer shishalarining deformatsiyaning darajasi poʻlatning deformatsiyaning darajasiga nisbatan **2 tartibga** kattadir. Buning sababi shundaki, yuqori elastik holatidagi polimerlar zanjirlarining bir-biriga nisbatan siljishi uchun issiqlik harakati etarlidir, ammo ularni kattaroq masofalarga siljitish uchun (masalan, ularning oqishi uchun) zanjirlar orasidagi bogʻlar (koʻpincha uch oʻlchamli toʻrlar) toʻsqinlik qiladi. Ushbu holatda tashqi kuch taʼsirida zanjirlar oson choʻziladi va YUng moduli kichik qiymatga ega boʻladi. Aksincha, shishasimon polimerlarda zanjirlarning bir-biriga nisbatan siljishi (hatto boʻgʻin (zveno) oʻlchamiga teng masofaga siljishi) qiyin, shuning uchun ularning YUng modullari nihoyatda katta boʻladi. “Polimerlar fizikasi va kimyosi” kursidan maʼlumki, qisman kristallangan polimerlar asosan amorf va kristall fazalardan tarkib topgandir. Kristall fazalar bir-biridan amorf qatlamlar bilan ajratilgan. Koʻpgina polimerlarda xona haroratida ushbu qatlam shishasimon holatga toʻliq oʻtmagan boʻladi. Boshqacha qilib aytganda, polimer zanjiri qattiq kristall qismlardan tarkib topgan va ular bir-biridan rezinasimon polimer bilan

ajratilgan. Bunday polimerlar uchun YUng moduli kichik bo'lib, ular unchalik kuchli mo'rt materiallar emas, balki yuqori elastik materiallar sanaladi.

2-egri chiziq ham barcha sinash usullarida kuzatiladi. Namunada oquvchanlik kuzatiladi va u nisbatan kichik deformatsiyalarda parchalanadi. Ammo **S** va **D** nuqtalar oralig'ida kuchlanishning pasayib borishi kuzatiladi. Bu esa namunaning qisman parchalanishi, unda "bo'yincha" paydo bo'lganini yoki oquvchanlik boshlanganidan darak beradi. Namuna **D** nuqtada parchalanadi. Bunday holatlarda namunaning parchalanish kuchlanishi (materialni egilishda mustahkamligi, siqilishda parchalanish kuchlanishi va b.) **S** nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha hisoblanadi. Termoplastlarni cho'zishda esa **S** nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha namunaning oquvchanlik hududi kuchlanishi aniqlanadi va **D** nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha namunaning uzilish paytidagi parchalanish kuchlanishi aniqlanadi. Bu holatda kuchlanishning maksimal qiymati oquvchanlik kuchlanishiga mos keladi.

3-egri chiziq cho'zilishda va siqilishda parchalanmaydigan materiallar (termoplastlar) ga xos bo'lib, namuna katta deformatsiyalarda parchalanadi va unda shartli oquvchanlik hududi kuzatiladi. SHartli oquvchanlik kuchlanishi **L** nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha aniqlanadi. CHo'zilish, siqilish va egilishda berilgan deformatsiyada kuchlanish **K** nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha aniqlanadi. **D** nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha uzilish paytidagi kuchlanish aniqlanadi.

4-egri chiziq ko'pincha namunani cho'zilishda hosil bo'ladi. Bunda namunada lokal siqilish kuzatiladi, ya'ni unda "bo'yincha" paydo bo'ladi. Namuna katta deformatsiyalarda parchalanadi, unda oquvchanlik kuzatiladi. Oquvchanlik kuchlanishi **E** nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha, uzilish paytidagi kuchlanishi esa **D** nuqtaga mos keluvchi yuk bo'yicha aniqlanadi.

CHo'zilish, siqilish va egilish paytidagi kuchlanishlar quyidagi formula asosida hisoblanadi (MPa):

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

bu erda **F**-namunaga ta'sir etuvchi mexanik kuch, **N**;

S-namunaning ko'ndalang kesim yuzasi, **m²**.

Namunaning tashqi mexanik kuch ta'siridagi **deformatsiyasi** quyidagi formula bilan hisoblanadi (%):

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\% = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

bu erda l_0 -namunaning boshlang'ich o'lchami, **mm**; l - deformatsiyalangan namunaning o'lchami, **mm**.

Namunani egilish paytidagi kuchlanishi quyidagi formula bilan hisoblanadi (MPa):

$$\sigma = \frac{3PL}{2bh^2}$$

bu erda **P**- namunani eguvchi mexanik kuch, **H**;

L- tayanchlar orasidagi masofa, **mm**;

b- namunaning eni (kengligi), **mm**;

h-namunaning qalinligi, **mm**.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimer materialining mexanik xossalari relaksatsion xarakterga ega ekanligi tufayli sinash rejimi (davomiyligi) ga qattiq rioya qilinadi. Hozirgi paytda shunday sinash mashinalari yaratilganki, ularda sinash davomiyligi **0,5-2,0 daqiqadan** oshmaydi va ular termostat bilan jihozlangan. Bu esa polimer materiallarini turli haroratlarda sinash imkonini beradi. Bundan tashqari, uzuvchi mashinalarning harakatlanuvchi qisqichlarining tezligi **1, 5, 25, 50, 100 va 500 mm/daq.** ni tashkil eitishi mumkin. Bu tezliklar polimerning mo'rtligidan tortib, elastik holatigacha sinash imkonini beradi. Qattiqlikni qaysi usullarda o'lchash mumkin va unga qaysi omillar kuchli ta'sir ko'rsatilishi mumkin?

Polimerning qattiqligi deganda, ma'lum o'lchamga ega bo'lgan qattiq jismning (masalan, sharikcha yoki prizmaning) uning yuzasiga kirishiga ko'rsatiladigan qarshiligi tushuniladi.

Polimer buyumlarining qattiqligini turli usullarda aniqlash mumkin. Ko'pgina holatlarda berilgan yuklama ostida namuna yuzasiga indentorning statik kirishi usulidan qo'llaniladi. Ba'zan esa, aksincha, indentorning o'zgarmas tezligida izning chuqurligi belgilanadi va namunaga ta'sir etuvchi yuklama aniqlanadi. Diametri **(5±0,5) mm** ni tashkil etgan, toblangan po'latdan tayyorlangan, sayqallangan sharikni namunaga bosish yo'li bilan polimerning qattiqligi aniqlanadi. YUzasi **10x10 mm** va qalinligi **4 mm** ni tashkil etgan aylana (disk)

yoki kvadrat shaklidagi namuna po‘lat plitaning ustiga qo‘yiladi va sharik (indentorni) sekin-asta namuna yuzasiga tushiriladi. **5 s** dan so‘ng, yuklamani oshirib borib, maxsus moslama yordamida indentor namuna yuzasiga **2-3 s** bosiladi. So‘ng, yuklama **30 s** o‘zgarmas holda saqlanadi (DavST 4670-77). YUklamani olib tashlagandan so‘ng, sharikni kirish chuqurligi **h** aniqlanadi.

Qattqlikni aniqlash uchun, avvalo, nisbatan kichikroq yuklama ta’sirida namuna yuzasiga identorning boshlang‘ich holati o‘rnatiladi. So‘ngra, asosiy yuklama yuklanib, namuna uning ostida saqlanadi, identorning namunaga kirish chuqurligi aniqlanadi, keyin asosiy yuklama olib tashlanadi.

SHuni alohida ta’kidlash kerakki, polimerning qattqligini aniqlash usullari identorning shakli (sharikcha, konuscha, prizmach) ga, yuklamaning kattaligiga, yuklash vaqti (davomiyligi) ga va izning chuqurligiga qarab bir-biridan farq qiladi.

Polimer buyumlarining qattqligini quyidagi **2 usullarda** aniqlash mumkin.

1.Brinell bo‘yicha qattqlikni aniqlash usuli.

2.Rokvell bo‘yicha qattqlikni aniqlash usuli.

MDH va Avruo mamlakatlarida **qattqlik Brinell bo‘yicha** aniqlanadi (MPa):

$$H_B = \frac{P}{\pi D h}$$

bu erda **P**-indentorga ta’sir etuvchi kuch, **H**;

D-sharikchaning diametri, **mm**;

h-sharikcha izining chuqurligi, **mm**.

SHarikchani namunaga kirishi uchun bir qator ketma-ket yuklar (**5, 13,5, 36,5, 98,0 kgk (49, 127, 358, 962 N)**) dan qo‘llaniladi. Ushbu yuklar ta’sirida sharikcha izining chuqurligi **0,13** dan **0,355 mm** gacha o‘zgarishi mumkin. Oxirgi va oldingi yukning nisbati oxirgi va oldingi kirish chuqurligining nisbatiga teng bo‘ladi. MDH standartiga asosan, ushbu nisbat $\sim 2,7$ ga teng. DavST 4670-77 va 13323-77 ga asosan, izning chuqurligi **0,3 mm** ga teng. Buning ma’nosi shuki, turli materiallarni Brinell bo‘yicha aniqlangan qattqligini solishtirishda izning chuqurligi **0,3 mm** ga teng bo‘lganda yaxshi natija beradi.

SHuni alohida ta’kidlash kerakki, bitta namunaning bir nechta nuqtalarida qattqlikni aniqlash mumkin. Ammo sharikcha qoldirgan izlar orasidagi masofa, hamda iz va namuna chetlari orasidagi masofa **5 mm** dan kichik bo‘lmasligi kerak.

YUklamaning eng katta qiymati esa **30 s** dan keyin izning chuqurligi **0,15** dan **0,35 mm** gacha o'zgarganda olinadi. Mana shu chuqurliklarga mos keluvchi yuklamalarning eng kichik qiymati olinadi.

AQSH va boshqa mamlakatlarda materialning **qattiqligi Rokvell** bo'yicha aniqlanadi (DavST 24622-81). Bu usulning mohiyati shundaki, namunadan yuklama olib tashlangandan so'ng, bevosita izning chuqurligi aniqlanadi. Materialning qattiqligi esa qurilmadagi shkalaga qarab aniqlanadi.

Materiallar qattiqligini o'zaro solishtirish uchun sharikchaning diametri va unga ta'sir etuvchi kuch kodlanadi, ya'ni materialning qattiqligi qaysi shkala (**R, D, M, E**) bo'yicha aniqlanganligi ko'rsatiladi. Masalan, **R** va **D** shkallalari shariklar diametri mos ravishda **12,7 mm** va **6,35 mm** ni tashkil etganda oldingi yuklama **10 kgk (~100 N)** dan umumiy yuklama **60 kgk (~ 600 N)** ga o'tishda qattqlik o'lchanganligini bildiradi. **M** va **E** shkallalari esa yuklama **10 gkg (~ 100 N)** dan **400 kgk (~ 4 kN)** ga o'tishga shariklar diametri mos ravishda **6,35 mm** va **3,17 mm** ni tashkil etganda qattqlik o'lchanganligini bildiradi.

SHuni alohida eslatib o'tish kerakki, qattqlik katta bo'lganda izning chuqurligi kichik bo'ladi. Indentorga asosiy yuklama yuklaganda izning chuqurligi qattqlik ko'rsatgichi **150** va shkala bo'linmalarining soni (shkala bo'linmalarining qiymati **0,002 mm**) farqi orqali aniqlanadi.

Ekspress-sinovlarda katta aniqlik talab etilmaganda qattqlik SHor bo'yicha o'tkirmas igna (kesilgan konus) yordamida DavST 24621-81 talablari asosida aniqlanadi. Bu usulda qattqlik ko'rsatgichi **90** ta bo'linmalarga bo'lingan shartli shkala bo'yicha standart prujina yaratadigan kuch ta'sirida igna izining chuqurligiga qarab aniqlanadi.

PMT-3 rusumli qurilmada indenter sifatida almos piramidadan qo'llaniladi va materialning qattiqligi aniqlanadi.

Rezinani qattiqligi DavST 20403-75 talablariga asosan aniqlanadi.

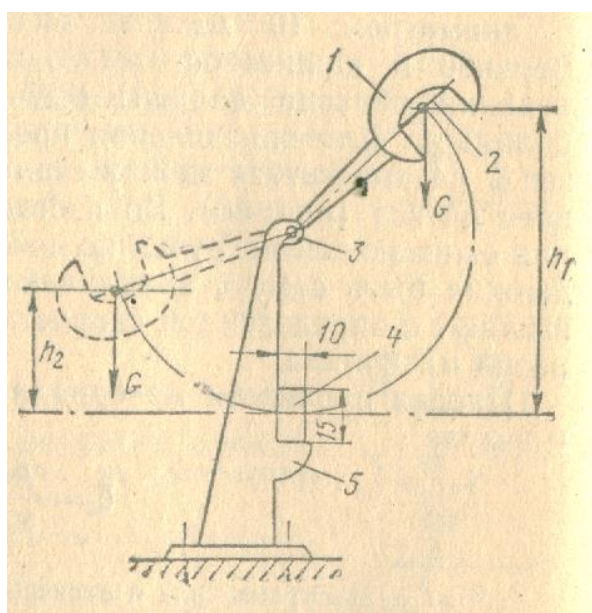
SHuni ham eslatib o'tish kerakki, plastifikatsiyalangan polimer materiallarning qattiqligi plastifikatsiyalanmagan materialnikiga qaraganda kichik bo'ladi. Aksincha, yuqori dispersli kukunsimon to'ldirgichlar bilan to'ldirilgan polimer materiallarning qattiqligi to'ldirilmagan «toza» materialning qattiqligiga qaraganda yuqori bo'ladi. YUqori haroratlarda esa qattqlik pasayadi. Reaktoplastlarning qattiqligi termoplastlarnikiga qaraganda yuqoriroq bo'lishi mumkin. Rezina mahsulotlarining qattiqligi termoplastlar, reaktoplastlar va ular asosida olingan kompozitsiyalarning qattiqligiga qaraganda kichik bo'ladi. Demak, polimer

materialining qattiqligi uning tabiatiga, turiga, o'zaro ta'sirlanuvchi ustmolekulyar tuzilmalar va ularning o'lchamlariga, kompozitsiya tarkibidagi qo'shilmalarning turi, miqdori va o'lchamiga bog'liq bo'ladi. Solishtirma zarba qovushqoqligi deyilganda, zarba ta'sirida materialning egilishga qarshilik ko'rsatish qobiliyati tushuniladi. Materialga zarba beruvchi qurilmaga, **kopyor** deyiladi. Uning ko'rinishi 5.5-rasmda ko'rsatilgan. Kopyor yordamida polimerning solishtirma zarba qovushqoqligi aniqlanadi. Kopyorda uzunligi **120 mm** va kesimi **10x15 mm** tashkil etgan to'rt burchak shaklidagi namuna **4** uning ikkala po'lat tayanchlari **5** orasida joylashtiriladi. Tayanchlar orasidagi masofa **70 mm** ni tashkil etishi mumkin. Kopyor og'ir po'lat tebrangich (mayatnik) **1** bilan jihozlangan bo'lib, u urgich (tepki) **2** bilan namunaga zarba beradi. Tebrangich o'z o'qi atrofida aylanadi. Og'irligi **G** ga teng tebrangich ma'lum balandlik **h₁** dan tezlik bilan tushib namunaga uriladi. Bunda tebrangich ma'lum energiyasini namunani parchalanishiga sarflaydi va o'z inersiyasi bilan yana **h₂** balandlikka ko'tariladi. Bunda namunani parchalanishiga sarflangan energiya tebrangichning og'irlik kuchi **G** va balandliklar farqi ko'paytmasiga teng bo'ladi (**J**):

$$A = G \cdot (h_1 - h_2)$$

Solishtirma zarba qovushqoqligi namunani parchalanishga sarflangan ish **A** ning ko'ndalang kesim yuzasiga nisbati bilan aniqlanadi (**J/m²**):

$$a = \frac{A}{S_0} = \frac{G(h_1 - h_2)}{S_0}$$



Polimerlarning zarba qovushqoqligini aniqlash asbobi: 1-po'lat tebrangich; 2-tepki; 3-po'lat o'q; 4-namuna; 5-po'lat tayanchlar.

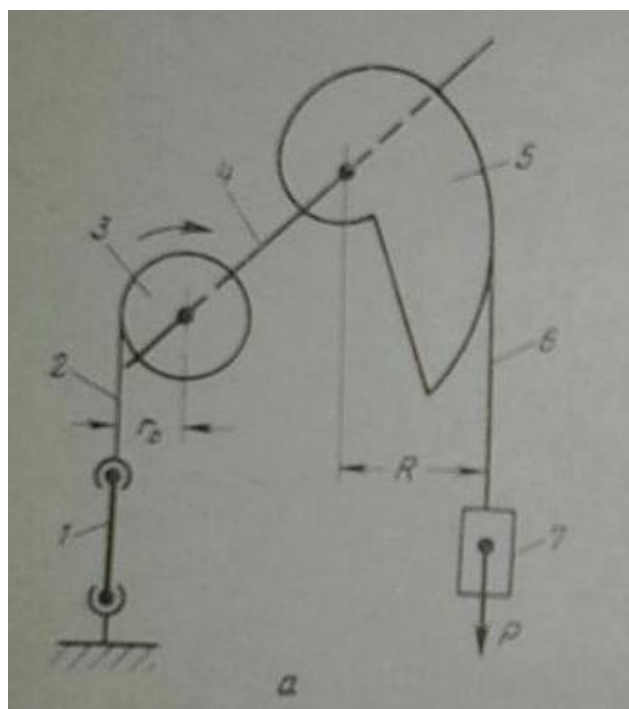
Polimer materiallarining mexanik xossalarini o'rganishda ularning zarbaga chidamliligini aniqlash katta amaliy ahamiyatga ega. Odatda, namunaga **2-4 m/s** tezlik bilan zarba beriladi. Kichik parchalanish energiyasida sinab ko'rilganda tebrangichning tezligi $\sim 2 \text{ m/s}$ ni tashkil etishi mumkin. Ko'pincha **2,9 m/s** tezlikdan foydalaniladi. Agar materialning zarba mustahkamligi katta bo'lsa, unda tebrangichning tezligi **3,8-4,0 m/s** tashkil etishi mumkin. Agar material yuqori elastiklik xossaga ega bo'lsa (masalan, PE, PP va b.), unda namunaga kuchlanish konsentratori yaratiladi va zarba mustahkamligi aniqlanadi. Buning uchun namuna qalinligining **50 %** yoki $\frac{1}{2}$ hissasi kesiladi va zarba ta'sirida choklangan namunalar zarbaga chidamliligi sinab ko'riladi, ya'ni ularning zarbaga chidamliligi aniqlanadi. Materialning yuklama ta'sirida uncha sezilarli deformatsiyalarga uchramasdan, parchalanish qobiliyatini tavsiflovchi ko'rsatgichiga, **uning mo'rtligi** deyiladi. Materialni mo'rtlikka sinash uchun turli haroratlarda o'zgarmas (doimiy) tezlik bilan namuna yuklanadi va berilgan deformatsiyaga uchramasdan qaysi haroratda parchalanishi aniqlanadi (DavST 10995-64). Materialning mo'rtlik harorati sifatida shunday harorat qabul qilinadiki, uning ta'sirida sinash uchun olingan namunalarning **50 %** parchalangan. Namunalarning ikki bo'lakka parchalanishi yoki ularda tirqishchalar paydo bo'lishi parchalanish kriteriyasi bo'lib xizmat qiladi. Mo'rtlik harorati deformatsiyaning turiga bog'liqdir. Ko'pgina materiallar egilish deformatsiyasiga sinab ko'riladi. Ko'pincha konsolli egilishdan qo'llaniladi. Egilishda namunaning pastki yuzasi cho'zilib, uning kichik hajmi kuchli cho'zilish deformatsiyaga uchraydi va u parchalanishga olib keladi. Ammo namuna yuzasida paydo bo'ladigan deformatsiyaning kattaligi uning qalinligiga bog'liq. Turli qalinlikka ega bo'lgan namunalar cho'zilishda sinab ko'riladi. Deformatsiyaning tezligi oshganda mo'rtlik harorati oshadi. ASTM va ISO standartlari yuqori tezlikka (**2 m/s**) sinab ko'rishni, ingliz standarti kichik tezlikka sinab ko'rishni tavsiya beradi. DavST esa ikkita tezlikka (**0,075 va 2 m/s**) sinab ko'rishni tavsiya beradi. Bu esa nafaqat mo'rtlik haroratini, balki tezlik oshishi bilan uning o'zgarishini aniqlash imkonini beradi. Sinashni havo yoki suyuq muhitda o'tkazish mumkin. **Cho'ziluvchanlik deganda**, o'zgarmas (doimiy) yuk yoki kuchlanish ta'sirida vaqt o'tishi bilan material deformatsiyasining ortib borishi tushuniladi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimerlarning **eng asosiy kamchiligi**-ta'sir etuvchi tashqi mexanik kuch ta'sirida o'lchamlari va shaklining o'zgarishidir, ya'ni tashqi kuch ta'sirida namuna yoki buyum o'z shaklini saqlay olmaydi. SHuning uchun har bir materialning o'zgarmas kuchlanish ta'sirida cho'ziluvchanligini aniqlash katta ilmiy hamda amaliy ahamiyatga ega. Cho'zilish paytida namuna nafaqat parchalanadi (ikki

qismga bo‘linadi yoki uziladi), balki o‘z shaklini o‘zgartirishi mumkin. Vaqt o‘tishi bilan yuklama ta’sirida namunaning cho‘zilishdagi nisbiy deformatsiyasi birdaniga sakrashsimon oshib boradi. Bu esa buyum shaklining o‘zgarganidan dalolat beradi. Bunday holatlarda namunada “bo‘yinch” paydo bo‘ladi. YUqori elastik polimerlarning uzoqqa chidamliligini aniqlash uchun yuklama ta’sirida namunada “bo‘yinch” paydo bo‘lish vaqti aniqlanadi va uni deformatsion uzoqqa chidamlilik deyiladi. Amorf shishasimon polimerlarda esa, aksariyat holatlarda, yuklama ta’sirida mo‘rt parchalanish kuzatiladi, ya’ni namunada “bo‘yinch” paydo bo‘lmasdan uning parchalanishi kuzatiladi. Namunaning yuklashdan to uning parchalanishigacha sarflangan vaqtga, mustahkamlik bo‘yicha aniqlangan uzoqqa chidamlilik deyiladi. Demak, quyidagi 2 ta uzoqqa chidamlilikni bir-biridan farqlay olish kerak.

1. Deformatsion uzoqqa chidamlilik. Bunda namunani yuklashdan to unda “bo‘yinch” paydo bo‘lgunga qadar sarflangan vaqt aniqlanadi.
2. Mustahkamlik bo‘yicha aniqlangan uzoqqa chidamlilik. Bunda namunani yuklashdan to uning parchalanishigacha sarflangan vaqt aniqlanadi.

SHuni alohida ta’kidlash kerakki, namunani cho‘zilishda cho‘ziluvchanligini aniqlash uchun unga ta’sir etuvchi kuchlanish o‘zgarmas (doimiy) qolishi kerak. Namunaga cho‘ziluvchi yuk ta’sir etganda mana shu shart bajarilmaydi, chunki tashqi mexanik yuklama ta’sirida namunaning ko‘ndalang kesim yuzasi vaqt o‘tishi bilan kichrayib boradi va unga ta’sir etuvchi kuchlanish esa kattalashadi. Mana shu ko‘ngilsiz hodisani oldini olish uchun, ya’ni kuchlanishning o‘zgarishini oldini olish uchun, namunaning ko‘ndalang kesim yuzasining o‘zgarishiga qarab, yuk R ni kamaytirish kerak bo‘ladi. Buning uchun elkasi o‘zgaruvchan richagdan, ya’ni Jurkov chig‘anog‘i (ulitkasi) dan qo‘llaniladi (5.6 -rasm). Jurkov chig‘anog‘ida yuk ta’sirida deformatsiyaning oshishi bilan richagning elkasi kichrayib boradi va namunaga ta’sir etuvchi kuch kamayadi. Namuna 1 ga egiluvchan tortqi 2 yordamida yuklama ta’sir etadi. Tortqi 2 o‘zgarmas radiusga ega bo‘lgan blok 3 ka mahkamlangan. Blok 3 o‘q 4 qa o‘rnatilgan bo‘lib, u figurali richag 5 ning o‘qi hisoblanadi. Egiluvchan tortqi 6 figurali richag 5 orqali o‘tib, uning bir uchi richakka ulangan, ikkinchi uchiga yuk qo‘yiladi va ushbu yuk ta’sirida namuna cho‘ziladi. SHuni alohida ta’kidlash kerakki, Jurkov chig‘anog‘i yordamida tolasimon va pardasimon kichik standartlashtirilmagan namunalarning uzoqqa chidamliligi va cho‘ziluvchanligi aniqlanadi. Tajribalar nafaqat xona haroratida, balki past va yuqori haroratlarda, UB-nurlanishlar ta’sirida va suyuq muhitlarda o‘tqazilishi mumkin. Jurkov chig‘anog‘i termostat va o‘ziyozar

moslamalar bilan jihozlangan bo‘lib, har bir kuchlanish ta’sirida polimerning uzoqqa chidamliligi aniqlanadi va cho‘ziluvchanligining egri chizig‘i chiziladi.



Jurkov chig‘anog‘ining ko‘rinishi: 1-namuna; 2-egiluvchan tortqi; 3-blok; 4-o‘q; 5-figurali richag; 6-egiluvchan tortqi; 7-yuk.

Cho‘ziluvchanlikni aniqlash uchun qo‘yidagilardan qo‘llaniladi.

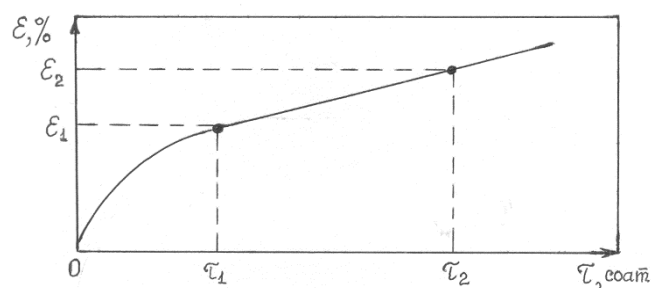
1. Ma’lum vaqt davomida yig‘ilgan deformatsiyadan:

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

bu erda l_1 – berilgan vaqtga namunaning uzunligi, **mm**;

l_0 - namunaning boshlang‘ich uzunligi, **mm**.

1. O‘rtacha cho‘ziluvchanlik tezligidan (5.7 -rasm):



Polimer materialining o'zgarmas kuchlanish ta'sirida cho'ziluvchanligining egri chizig'i.

$$\nu = \dot{\varepsilon} = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\tau_2 - \tau_1}$$

bu erda ε_1 va ε_2 – mos ravishda τ_1 va τ_2 vaqtlar davomida namunaning deformatsiyalari.

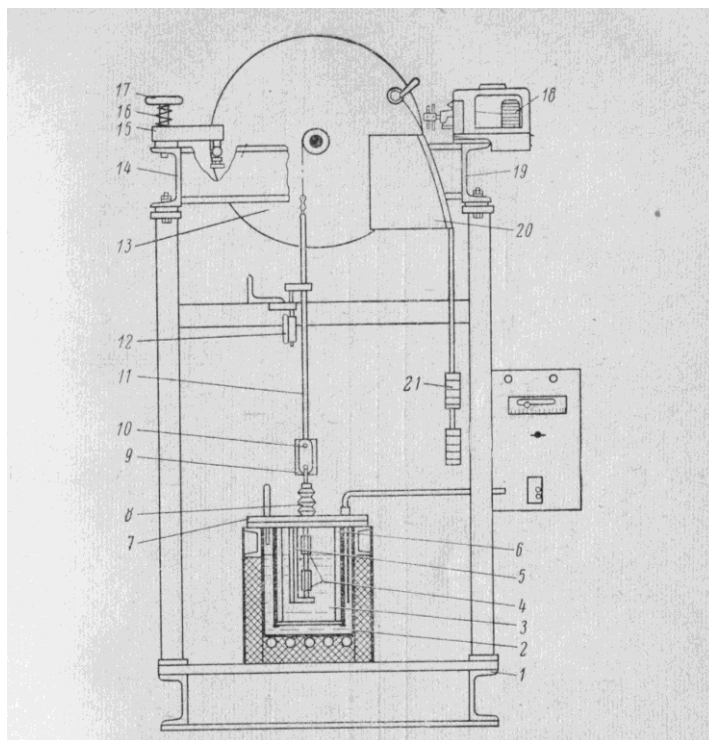
3. Cho'ziluvchanlik koeffitsientidan:

$$K = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\varepsilon_1}$$

Olingan natijalar $\varepsilon = f(\lg t)$ yoki $\lg \varepsilon = f(\lg \tau)$ grafiklar ko'rinishida chiziladi. Ular to'g'ri chiziqlardan iborat bo'lib, natijalarni ekstrapolyasiya qilishda yoki cho'ziluvchanlikni bashorat qilishda qulaydir.

Cho'ziluvchanlikni o'zgarmas yuk ta'sirida ham, o'zgarmas kuchlanish ta'sirida ham, aniqlash mumkin.

Ma'lumki, polimer buyumlari nam va suyuq muhitlarda keng qo'llaniladi. Tabiiyki, ular suyuqlik muhitida bo'kib, o'lchamlari o'zgarishi mumkin. SHuning uchun polimerlarning uzoqqa chidamliligi va cho'ziluvchanligini suyuq muhitlarda aniqlash katta amaliy ahamiyatga ega. Polimerlarning cho'ziluvchanligini va uzoqqa chidamliligini suyuq muhitlarda (kislotalar, ishqorlar, tuzlar va ularning suvli eritmalarida, uglevodorodlar muhitida) aniqlash uchun maxsus stendlardan qo'llaniladi (5.8 - rasm). Ushbu stendning **asosiy afzalligi** shundaki, **birinchidan**, unda standartlashtirilgan polimer namunalari sinab ko'riladi; **ikkinchidan**, stanina **1** da o'rnatilgan vanna-termostat **2 6** ta seksiyalardan iborat bo'lib, har bir seksiyada bir vaqtning o'zida **3** ta kurakcha (belcha) simon namunalarni yuklash mumkin; **uchinchidan**, namunaga ta'sir etuvchi kuchning eng katta qiymati **1,37 kN** ni tashkil etishi mumkin. Bu esa nihoyatda mustahkam polimerlarning uzoqqa chidamliligini va cho'ziluvchanligini nafaqat oddiy xona sharoitida, balki turli haroratlarda va suyuqliklar muhitida aniqlash imkonini beradi.



Polimerlarning uzoqqa chidamliligini va cho‘ziluvchanligini aniqlash stendining ko‘rinishi: 1-stanina; 2-vanna-termostat; 3-namunalarni sinash seksiyasi; 4-qisqichlar; 5-kronshteyn; 6-shisha stakan; 7-yopqich; 8-silfon; 9-shtok; 10-rostlanuvchi skoba; 11-tortqi; 12-indikator; 13-richag; 14-rostlovchi tirak; 15-planka; 16-prujina; 17-vintli qisqich; uzoqqa chidamlilikni avtomatik ravishda qayd qiluvchi moslama; 19-tekislik bazasi; 20-lekalo; 21-yuk.

Polimerlarning uzoqqa chidamliligini va cho‘ziluvchanligini suyuq tajovuzkor (agressiv) muhitlarda aniqlash uchun uzunligi **120 mm**, eni **5-10 mm** va qalinligi **3 mm** ni tashkil etgan standartlashtirilgan belchasimon namunalardan qo‘llaniladi (DavST 11262-80, tip 5). Namunaning cho‘ziluvchi yuk ta‘sirida parchalanishi vaqti (uning uzoqqa chidamliligi) maxsus fiksator (qayd qiluvchi moslama) **18** yordamida aniqlanadi. Ushbu moslama baraban bilan soatdan, hamda o‘ziyozar qurilmadan tarkib topgandir. Uning yordamida namunaning cho‘ziluvchanligi, ya‘ni deformatsiyasining vaqtga bog‘liqligi grafigi chizib boriladi. Namunaning cho‘ziluvchanligini nazorat qilib borish uchun soat tipidagi indikator **12** ham mavjud. Uning yordamida **0,01 mm** aniqlik bilan namunaning deformatsiyasi aniqlanadi. Polimer materialining cho‘ziluvchanligini aniqlash uchun namunaga ta‘sir etuvchi kuch o‘zgarmas bo‘lsa ham, ammo mexanik kuchlanish o‘zgarmas bo‘la olmaydi. Buning sababi shundaki, tajriba davomida yuklama ta‘sirida namunaning uzunligi oshib borib, kengligi (eni) kichrayib boradi. Ayniqsa, katta deformatsiyalarda va yuqori haroratlarda namunaning ko‘ndalang kesim yuzasining kichrayib borishini bemalol oddiy ko‘z bilan ham ko‘rish mumkin. Bunday holatda namunaga ta‘sir etuvchi kuchlanish 2 xil bo‘ladi.

1. SHartli kuchlanish σ_y . YUklamani namunaning boshlag'ich ko'ndalang kesim yuzasiga nisbatiga, **shartli kuchlanish** deyiladi va u quyidagi formula yordamida hisoblanadi (MPa):

$$\sigma_y = \frac{P}{S_0}$$

bu erda P - namunaga ta'sir etuvchi kuch, N;

S_0 -namunaning boshlang'ich ko'ndalang kesim yuzasi, mm².

2. Haqiqiy kuchlanish σ_u . Uni quyidagi formula yordamida hisoblash mumkin:

$$\sigma_u = \sigma_y (1 + \varepsilon)$$

$$\sigma_u = \sigma_y * \lambda$$

bu erda ε - namunaning nisbiy deformatsiyasi;

$$\lambda = \frac{l}{l_0} \text{ -namunani cho'zilish karraligi;}$$

l_0 -namunaning boshlang'ich uzunligi, mm;

l -deformatsiyalangan (yuk ta'sirida cho'zilgan) namunaning uzunligi, mm.

Ushbu tenglamadan **asosiy xulosa** shuki, namunani tortish darajasi (cho'zilish karraligi) oshganda, unga ta'sir etuvchi haqiqiy kuchlanish ham ortib boradi.

Tajriba davomida namunaga ta'sir etuvchi haqiqiy kuchlanishni o'zgarmas (doimiy) saqlash uchun Jurkov chig'anog'idan qo'llaniladi.

Materiallar qarshiligi kursidan ma'lumki, izotrop elastik moddalarning xossalari quyidagi elastiklik doimiyliklar orqali ifodalanadi.

1. Polimer materialining elastiklik moduli (YUng moduli) E .

2. Poisson koeffitsienti μ .

Polimer materialining elastiklik moduli Guk qonuniga asosan quyidagi formula yordamida hisoblanadi (MPa):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Poisson koeffitsienti μ quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\mu = \frac{\varepsilon_k}{\varepsilon_\delta}$$

bu erda ε_k -ko'ndalang deformatsiya;

ε_δ -bo'ylama deformatsiya;

Poisson koeffitsientining **fizik mohiyati** shundaki, u ta'sir etuvchi kuch yoki kuchlanish ta'sirida namuna enining qanchaga kichrayishini ifodalaydi va shuning uchun ko'pgina holatlarda ushbu koeffitsientni **ko'ndalang kichrayish koeffitsienti** deyiladi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, agar polimer materiali uchun elastiklik moduli (Yung moduli) va Poisson koeffitsienti μ aniq bo'lsa, unda siljish moduli G ni va hajmiy elastiklik moduli K ni quyidagi tenglamalar yordamida hisoblab chiqish mumkin:

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} \quad K = \frac{E}{3(1-2\mu)}$$

Ko'pgina polimer materiallari uchun Poisson koeffitsienti **0,3** dan **0,5** gacha o'zgarishi mumkin. Uning **0,5** dan oshib ketishi kam holatlarda kuzatiladi va bu hodisa makromolekulalarning orientirlanishi bilan izohlanadi.

SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, ko'pgina amorf polimerlar uchun elastiklik moduli **$2 \cdot 10^3$ MPa** dan **$6 \cdot 10^3$ MPa** gacha o'zgarishi mumkin. Uning kattaligi deformatsiyalanish tezligiga bog'liq. Polimer materiali tarkibiga kiritiladigan to'ldirgichlar elastiklik modulini oshiradi, plastifikatorlar esa , aksincha, pasaytirib yuboradi.

Mustahkamlik deganda, namunaning tashqi kuch ta'sirida parchalanishga qarshilik ko'rsatish qobiliyati tushuniladi va MPa da o'lchanadi.

Uzoqqa chidamlilik deganda, namunani yuklashdan to uning parchalanishigacha sarflangan vaqt tushuniladi va **soniyalarda** o'lchanadi. Polimerlarning uzoqqa chidamliligi, mustahkamligi va cho'ziluvchanligi ularning kimyoviy tarkibiga, tizimiga, fizik holatiga, haroratga va yuklash rejimiga kuchli bog'liqdir. Masalan, plastifikatsiyalangan polimerlarning mustahkamligi, uzoqqa chidamliligi plastifikatsiyalanmagan "toza" polimer materialining ko'rsatgichlariga nisbatan kichik, cho'ziluvchanligi esa yuqori bo'ladi. Polimer materialni tarkibiga kiritilgan yupqa dispersli to'ldirgichlar cho'ziluvchanlikni pasaytiradi. Kuchlanish oshishi bilan cho'ziluvchanlik ham oshib boradi. Harorat oshishi bilan cho'ziluvchanlik oshadi, ammo mustahkamlik va uzoqqa chidamlilik pasayadi.

Materialning friksion xossasi deganda, ishqalanish koeffitsienti bilan ifodalanadigan xossasi hamda eyilishga chidamliligi tushuniladi. Eyilish ishqalanish xarakteriga, materialni toliqishga qarshiligi xossasiga bog'liqdir. Ishqalanish jadalligi nafaqat tegib turadigan yuzalarning o'zaro harakatlanishi bilan, balki shu harakatni vujudga keltiruvchi kuch bilan aniqlanadi.

Ishqalanish koeffitsienti μ normal kuch ta'sirida tutashgan ikkita jismning bir-biriga nisbatan tangensial kuch ostida ko'chishiga ko'rsatiladigan qarshiligini ifodalaydi:

$$\mu = \frac{F}{P}$$

bu erda F va P – mos ravishda tangensial va normal kuchlar.

Ishqalanishga sinashda nafaqat tashqi holat (normal kuchlanish, harorat), balki tayanch yuza (sirt) (kontrjism)ni, yuzani sinashga olingan jism bilan o'zaro tutashtirish holati (g'adirbudirlik, moylash) ishqalanish kinetikasi (tinchlik vaqti yoki harakat tezligi) va kinematikasi (sirpanish, tebranish, hamda berilgan siljitishga tebratish) birlashtiriladi (unifikatsiyalanadi). MDHda polimerlarning ishqalanish koeffitsientini aniqlash po'lat bo'yicha **30 sm/s** tezlik bilan sirpanishga standartlashtirilgan. Grasseli mashinasi yordamida sinash mumkin. Bu mashinani rezinalarni sinashga ham qo'llaniladi (DavST 426-66). Bundan tashqari, tormozlarda qo'llaniladigan materiallarni (shu jumladan polimerlarni) friksion issiqqa chidamlilikka (issiqbardoshlikka) sinash standartlashgan usuli ham mavjud

(DavST 10851-64). Bunda tormozlarni ishlatish sharoitiga qarab, tezlik va yuklamalarni keng miqyosda o'zgartirib, ishqalanish koeffitsienti aniqlanadi.

Ishqalanish paytida polimer yuza qatlamining jadal parchalanishiga, **eyilish** deyiladi. Eyilish J ishqalanish yo'lining uzunligi ΔL yoki ishqalanish ish birligi W hisobiga namunaning chiziqli o'lchami Δh yoki hajmi ΔV ning kamayib borishi orqali aniqlanadi:

$$J_h = \frac{\Delta h}{\Delta L}$$

$$J_m = \frac{\Delta V}{\Delta L}$$

$$J_w = \frac{\Delta V}{W}$$

Buyumning turi va ishlatish sharoitiga qarab, eyilishga chidamliligi aniqlanadi. Turli polimerlardan ishlab chiqarilgan buyumlar (masalan, tishli uzatgichlar, g'ildiraklar, turli moslama va qurilmalarning ishqalanadigan mintaqalari, shinalar, tormozlar, podshipniklar, pol yopqichlar (yog'och, linoleum, turli plitalar, marmar) va boshqa shunga o'xshagan buyumlarning eyilishga chidamliligi aniqlanadi.

Polimerlarning eyilishga chidamliligi jilvir (abraziv) zarrachalarning va metall to'r saqlangan yuzalarning eyilishiga qarab aniqlanadi. Polimerlarning eyilishga chidamliligi jilvirlash qog'ozida **30 sm/s** tezlik bilan sirpanishi yo'li bilan aniqlanadi. Buning uchun SHopper, APG yoki MPI-2 rusumli mashinalardan qo'llaniladi.

Bundan tashqari, po'lat va cho'yanlarda turli tezlik va yuklamalar ostida polimerlarning eyilishi davlat standarti DavST 10851-64 talablari asosida sinab ko'riladi. Ba'zi bir paytlarda esa polimerlarning eyilishi **25 %** tebranish usulida (DavST 11529-65) va **12 %** sirpanishda (DavST 11225-65) sinab ko'rilishi mumkin.

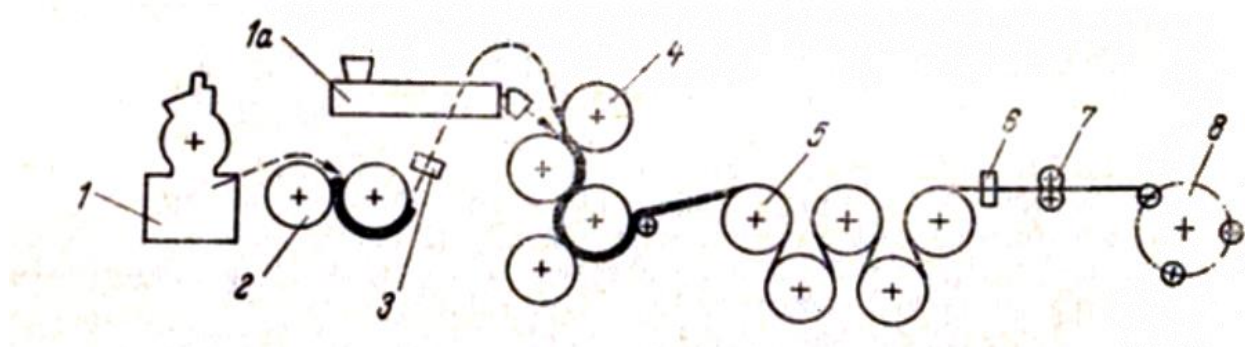
SHuni alohida ta'kidlash joizki, barcha standartlashtirilgan usullar (DavST 10851-64 bundan mustasno!) abraziv zarrachalardan qo'llashga asoslangan bo'lib, ular polimerni mikrokeshilishiga olib keladi.

II-MODUL. POLIMERLARDAN BUYUM OLISH TEXNOLOGIYASI.

2.1. KALANDARLASH, VALSTLASH.

Kalandrlash – bu uzluksiz texnologik jarayon bo‘lib, u materialni odindan tayyorlash va tayyor mahsulotni olish bilan bog‘liq bir qator operatsiyalarni sinxron tarzda bajarishni talab qiladi. SHuning uchun polimer materiali va uning asosida tayyorlangan kompozitsiyani kalandrlash ixtisoslashtirilgan mashinalarda – **kalandrlarda** amalga oshiriladi.

Kalandrlash usuli bilan PVX pardasini ishlab chiqarish texnologik sxemasi rasmda ko‘rsatilgan. Polimer kompozitsiyasi yopiq yoki uzluksiz ishlaydigan aralashtirgich (masalan, ekstruder)da tayyorlanib, tarnsportyor yordamida jo‘valarga uzatiladi. Jo‘valardan chiqadigan yarim mahsulot (lenta, tasma, parda) qirqilib, kalandr valiklari oralg‘iga uzatiladi. Transportyorga yaqin metall dedektor joylashtirilgan. Uning asosiy vazifasi – uzatiladigan material tarkibidagi metall zarrachalarini ushlab qolish va ular mavjud bo‘lganda, materialni uzatish jarayonini to‘xtatishdan iborat. CHunki bunday qattiq moddalar kalandr valiklari oralg‘iga tushib qolsa, ular deformatsiyalanadi va sirti umuman ishdan chiqishi mumkin.



Kalandr agregatining ko‘rinishi:

1-yopiq aralashtirgich; 1a-uzluksiz ishlaydigan aralashtirgich; 2-qabul qiluvchi jo‘valar; 3-metall detektor; 4- qiya Z-simon kalandr; 5-sovituvchi

barabanlar; 6-qalinlik o'lhagich; 7-parda chetlarini qesib oluvchi moslama; 8-pardani dumalatib oluvchi moslama.

Kalandrlash jarayonida kalandr va ekstruder birgalikda ishlatilganda (ya'ni, ekstruderdan chiqadigan granulalar yoki varaqalar yoki pardalar bevosita kalandrga uzatilganda), metall dedektoridan qo'llashga hojat qolmaydi. Chunki ekstruder kallagi va silindr orasida filtrlovchi to'rlar paketi mavjud bo'lib, u qattiq predmetlarni suyuqlanma tarkibidan ushlab qoladi.

Kalandrdan chiqadigan yupqa parda maxsus tortuvchi moslama yordamida sovutuvchi barabanlarga uzatilib, uning qalinligi o'lchanadi, chetlari qirqladi, tiniqligi aniqlanadi va elektr zaryadlarni bartaraf etuvchi moslamadan o'tib, o'rash uchun babinaga uzatiladi. Valiklar oralig'ida paydo bo'ladigan bosim polimer materialning reologik xossalariga va kalandrlanadigan mahsulotning qalinligiga qarab, 7 – 70 MPa ni tashkil etishi mumkin. Kalandr valiklarining diametri oshganda, bosim kattalashib boradi. Masalan, valiklarining diametri 915 mm, uzunligi 2340 mm tashkil etgan kalandr yordamida qalinligi 0,1 mm bo'lgan 32% dioktilftallat bilan plastifikatsiyalangan PVX pardasini 170 °C da qayta ishlaganda (kalandrlash tezligi 36 m/daq ni tashkil etganda), valiklar orasidagi bosim 93 tonna kuchni tashkil etgan. Mana shu materialni valiklarining diametri 610 mm va uzunligi 1670 mm tashkil etgan kalandrda qayta ishlaganda, valiklar oralig'idagi bosim 44 tonna kuchni tashkil etgan.

Kalandrlangan materialning qalinligini 2 usulda aniqlash mumkin: kontaktli usulda va kontaktsiz usulda.

Kontaktli usulda kalandrlangan varaqa yoki parda mexanik yoki elektr qalinlik o'lhagich roliklari oralig'idan o'tadi. Ularning o'lchash aniqligi $\pm (10 - 25)$ mkm ni tashkil etishi mumkin.

Kontaktsiz qalinlik o'lhagichlar quyidagi guruhlariga bo'linadi.

1. Pnevmatik qalinlik o'lhagichlar.
2. Sig'imli qalinlik o'lhagichlar.
3. Radioizotopli qalinlik o'lhagichlar.

Pnevmatik qalinlik o'lhagichlarning ishlash prinsipi darajalangan soplodan chiqayotgan havo oqimiga qarab, qarshilikning o'zgarishiga asoslangan. Soplodan

parda sirtigacha bo'lgan masofaga qarab, pardaning ma'lum bir nominal qalinligidan og'ishi aniqlanadi.

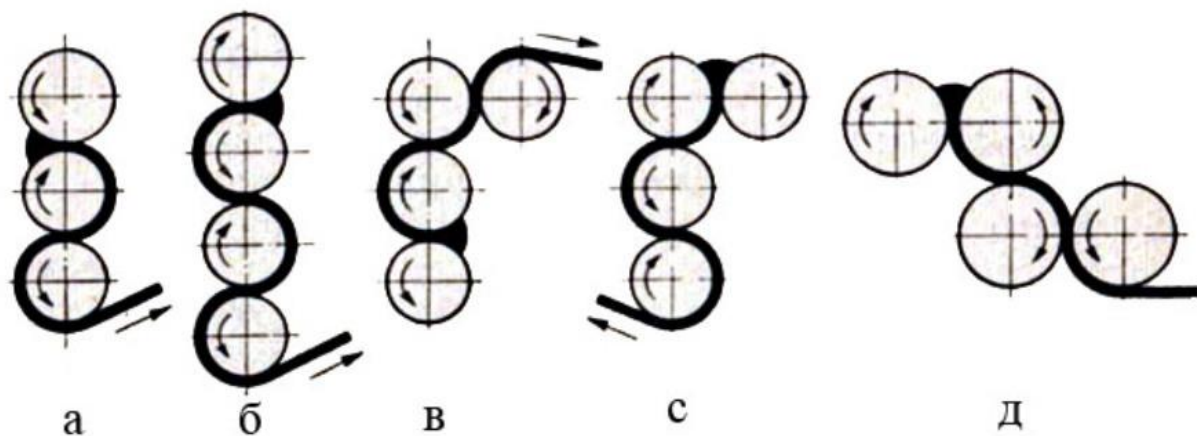
Sig'imli qalinlik o'lchagichlarning ishlash prinsipi shundan iboratki, kalandrlangan varaqa yoki parda izolyasiyalangan elektrodlar oralig'idan o'tib, kondensator hosil qiladi. Kondensatorning sig'imi material qalinligiga bog'liq bo'ladi. Ushbu usul yordamida aniqlangan qalinlikning o'lchash aniqligi $\pm (10 - 20)$ mkm atrofida bo'lishi mumkin.

Radioizotopli qalinlik o'lchagichlarda odatda, β – nurlanishlar manbai qo'llaniladi. Varaqa yoki parda qalinligining o'zgarishi ionizatsion kamera yordamida aniqlanadigan nurlanish oqimi jadalligining o'zgarishi orqali aniqlanadi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, kalandrlash usulidan polimer ishlab chiqarish sanoatiga nisbatan rezina sanoatida kengroq foydalaniladi. Rezina sanoatining quyidagi texnologik jarayonlarida kalandrlash usulidan qo'llaniladi.

1. Rezina qorishmalarini varaqalashga kalandrlash usulidan foydalaniladi. Varaqalash, odatda, 3, 4 va 5 valikli kalandrlar yordamida amalga oshiriladi va qalinligi 0,2 – 1,5 mm ni tashkil etgan cheksiz parda yoki varaqalar olinadi. SHakl beruvchi valiklar bir xil tezlik bilan aylanadi.

2. Profil beruvchi kalandrlar yordamida to'g'ri shaklga ega bo'lgan profillangan yarim mahsulotlar (bir tomonida rasm yoki naqsh bosilgan taglik plastinkalar) olinadi.

3. Varaqalarni birga ishlash (dublirlash) da dublirlanuvchi kalandrlash usulidan keng qo'llaniladi. Qalinligi **1,5 mm dan katta** varaqalarni olishda mana shu usuldan qo'llaniladi, chunki valiklar orasidagi masofa **1,5 mm dan katta** bo'lganda, varaqa tarkibida havo pufakchalari paydo bo'lishi mumkin.

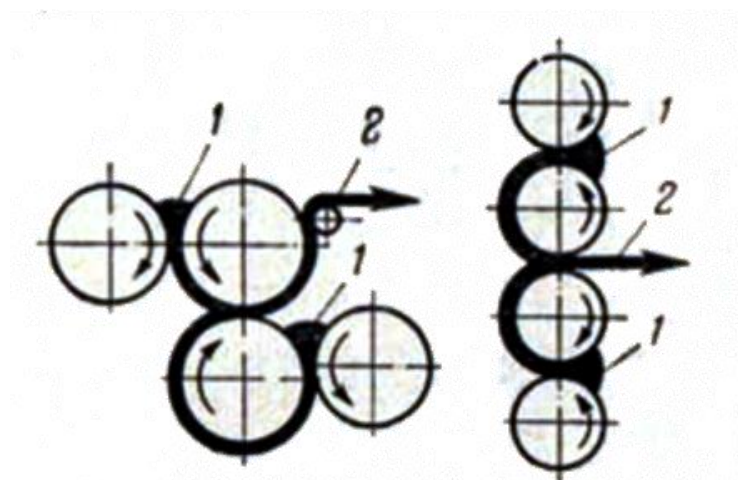


Rezina qorishmalarini varaqalashda valiklarning joylanish sxemasi:

a – uch valikli kalandr; b – to‘rt valikli kalandr; v – to‘rt valikli pastdan ta‘minlovchi G-simon kalandr; s – to‘rt valikli yuqoridan ta‘minlovchi G-simon kalandr; d – Z – simon kalandr.

Rezina qorishmalaridan olingan parda yoki varaqalarni boshqa materiallar (masalan, karton, gazlama, qog‘oz, charm) bilan birga ishlashga, dublirlash deyiladi. Dublirlashning bir qator usullari bor. Ular orasida elimlangan valik va dublirlanuvchi baraban yordamida dublirlash usullari keng tarqalgan.

Elimlangan valik yordamida dublirlash usuli. Dublirlanuvchi elimlangan valik kalandr poydevori (staninasi) ga o‘rnatiladi. Oldindan varaqalangan rezina qorishmasi yupqalanuvchi qurilmadan yoki boshqa kalandrdan dublirlanuvchi valik va kalandrning pastgi valigi o‘rtasidagi oraliqqa uzatiladi. U yuklama yoki prujina ta‘sirida siqiladi va oxirgi oraliqdan chiqayotgan varaqalangan qorishma sirtiga yotqiziladi. Rezina qorishmasidan dublirlangan lenta soviydi va yotqizilgan dag‘al matoga o‘rab olinadi.



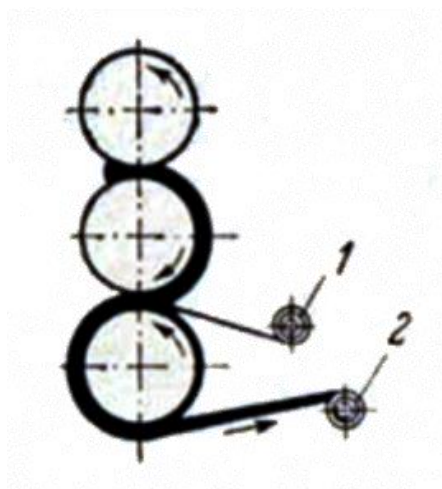
To‘rt valikli kalandrda qorishmani dublirlash va varaqalash sxemasi: 1- qorishma; 2-dublirlangan tasma (material).

2. Dublirlanuvchi baraban yordamida dublirlash usuli. Ushbu baraban bevosita kalandr oldiga o‘rnatiladi. Diametri 1 m ga teng bo‘lgan baraban bug‘ bilan 40 – 60 °C ga qizdiriladi va uning sirtiga kalandrdan chiqayotgan varaqa qavatma – qavat yotqiziladi. Kerakli qalinlikka erishilgandan so‘ng, varaqalarni yotqizish to‘xtatiladi. Varaqa kesiladi va barabandan olinadi. Ushbu usul bilan qalinligi 40 mm gacha bo‘lgan varaqalar olinadi.

Ikkita tasma yoki lentani birga varaqalab olish uchun ularni dublirlash to'rt va besh valikli kalandrlarda amalga oshiriladi.

Rezina bilan qoplama qilingan (dublirlangan) gazlamalar ikki valikli kalandrda olinadi. Valiklar oralig'idan bir vaqtning o'zida 5 tagacha gazlama qatlamlari o'tkaziladi.

Gazlamalarni rezina qorishmalari bilan birga ishlash, ya'ni qorishmani gazlama sirtiga surtish uchun valiklari turli tezliklar bilan aylanib turuvchi surtuvchi kalandrlardan qo'llaniladi. Bu usulga, gazlamani rezinlash deb ataladi. Bunda rezina qorishmasi gazlama bilan birgalikda valiklar oralig'idan o'tkaziladi. Natijadarezina qorishmasi chalkash iplar orasidagi bo'shliqlarni to'ldiradi. Odatda, rezinlash uch valikli surtuvchi kalandrlarda amalga oshiriladi. Gazlama yupqalanuvchi moslamadan kalandrning o'rta va pastki valiklari orasidagi oraliqqa tortiladi, undan keyin dumalatuvchi moslamaga uzatiladi. Qorishmani etkazilib beradigan o'rtadagi valik tashqi valikka nisbatan tezroq aylanib turadi (friksiya koeffitsienti 1:1,5). Rezina qorishmalarini qayta ishlash jarayonida hamma vaqt dumalatuvchi barabanning aylanish tezligi kalandr valiklarining aylanish tezligiga nisbatan bir muncha yuqoriroq bo'ladi. Bu bilan gazlamaning bo'ylama tarangligi ta'minlanadi.

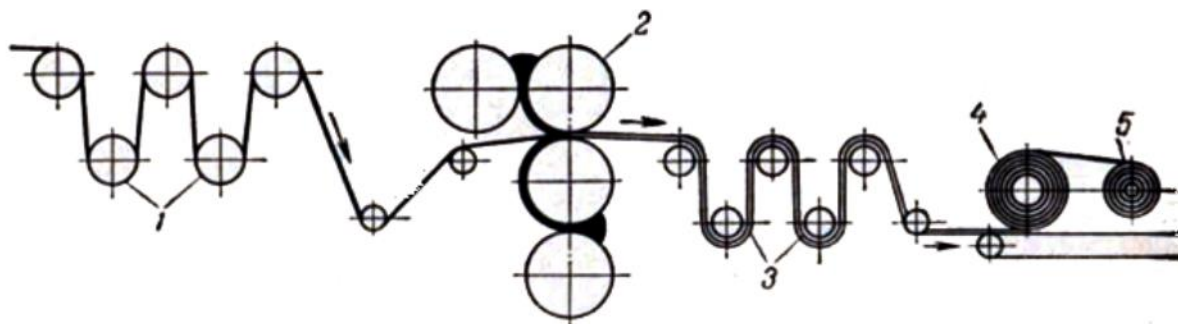


Uch valikli surtuvchi kalandr yordamida rezinlash usuli: **1** – yupqalanuvchi moslama; **2** – dumalatib qabul qiluvchi moslama.

SHuni ham e'tiborga olish kerakki, qabul qiluvchi barabanning diametri gazlama bilan kattalashib borishi tufayli, uning aylanish tezligi ma'lum darajada pasayadi. Agar gazlama ikki tomondan rezina qorishmasi bilan qoplama qilinsa yoki uning qalinligi kichik (yupqa) bo'lsa, dumalatish paytida qatlamlar o'zaro

yopishib qolmasligi uchun qistirma gazlamadan qo'llaniladi. Rezina qorishmasini gazlamaga surtishdan oldin, qalin gazlamalar barabanli quritgichlarda yoki qurutuvchi kalandrlarda quritiladi. Quritishdan keyin **qoldiq namlik 2,0 – 2,5%** ni tashkil etishi mumkin. SHuni ham e'tiborga olish kerakki, rezina qorishmasini surtish uchun gazlama va qorishma kalandr valiklari oralig'idan **ikki marotaba** o'tkaziladi. Avval rezina qorishmasi gazlamaning bir tomoniga, keyin esa uning ikkinchi tomoniga surtiladi.

Gazlamani rezina qorishmasining yupqa qatlami bilan qoplama qilish uchun u valiklari bir xil tezlik bilan aylanuvchi kalandr oralig'idan o'tkaziladi. Gazlamani bir tomonlama qoplama qilish uchun valiklari bir xil tezlik bilan aylanib turuvchi **3 valikli** kalandrda bir marotaba o'tkazish yo'li bilan amalga oshirish mumkin. Gazlamani ikki tomonlama qoplama qilish uchun **4 valikli** kalandrda bir marotaba o'tkazish yo'li bilan amalga oshirish mumkin.



To'rt valikli kalandrda gazlamani ikki tomonlama qoplama qilish usuli:

1 – quritish barabanlari; 2 – kalandr; 3 – sovutuvchi barabanlar; 4 – duma-latuvchi moslama; 5 – qoplama qilinadigan gazlama.

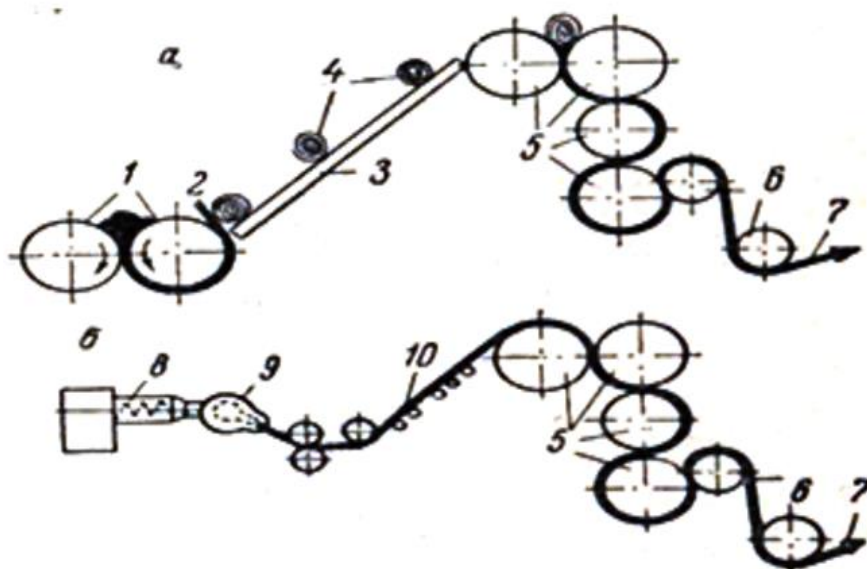
Agar **uch valikli** kalandrlardan foydalanilsa, unda gazlama va rezina qorishmasi kalandr oralig'idan **ikki marotaba** o'tkaziladi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, rezina qorishmalarini qayta ishlash paytida kalandr valiklarining harorati to'ldirgich miqdoriga bog'liq bo'ladi. Odatda, to'ldirgich miqdori oshganda, valiklar harorati pasayadi. Ko'pgina rezina qorishmalari uchun yuqori va o'rta valiklarning harorati **95 – 60 °C**, pastki valikning harorati esa **75 °C** ga teng bo'ladi. Polimerlarni qayta ishlash sanoatida kalandrlash usulidan keng foydalaniladi. Masalan, PVX, atsetat sellyuloza, ABS sopolimerlarining plastifikatsiyalangan va plastifikatsiyalanmagan yupqa varaqalarini va pardalarini shakllantirishda kalandrlash usulidan qo'llaniladi. Xususan, pollarni qoplash uchun ishlatiladigan lenolium va boshqa naqshdor va

naqshsiz qoplamalar ishlab chiqarishda PVX ning yuqori to'ldirilgan kompozitsiyalaridan qo'llaniladi. Ular asosan kalandrlash usulida qayta ishlanadi. Plastifikatsiyalangan PVX dan qilingan **0,2 – 0,5 mm** tashkil etadigan pardalar kalandrlash usulida olinadi. Buning uchun **L –** va **Z –** simon to'rt va besh valikli kalandrlardan qo'llaniladi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimerlarni kalandrlash usuli rezina qorishmalarini qayta ishlash usulidan deyarli farq qilmaydi. Ammo polimerlar (xususan, PVX) ni kalandrlash usulida valiklar harorati rezina qorishmalarini kalandrlashga nisbatan **yuqoriroq** bo'ladi.

Bundan tashqari, kalandrlash usulidan teriga ishlov berish va charm mahsulotlari ishlab chiqarishda, xususan charm sirtini yupqa polimer pardasi bilan qoplama qilishda, teri va charm tarkibidan qoldiq namlikni siqib chiqarishda va boshqa texnologik jarayonlarni amalga oshirishga kalandrlash usulidan keng qo'llaniladi. Kalandrlangan buyumlarning o'zlariga xos xususiyatlaridan biri – ularning **anizotrop mexanik xossalarga ega** ekanligidir. Buning ma'nosi shundan iboratki, polimer material kalandr valiklari oralig'ida tushganda, uning makromolekulalari siljish va siqilish kuchlanishlari ta'siriga qolib, ta'sir etuvchi kuch yo'nalishiga qarab, cho'zilib orientirlanadi. Natijada materialning mexanik xossalarini ifodalovchi ko'rsatkichlar (xususan, uning mexanik mustahkamligi va cho'zilish deformatsiyasi) ta'sir etuvchi kuch yo'nalishiga qarab yuqori qiymatlarga va ushbu kuchga teskari yo'nalishga esa, kichik qiymatlarga ega bo'ladi. Mana shu anizotropiya kalandr valiklari oralig'idan material o'tganda, bo'ylama orientatsiyaning paydo bo'lishi bilan izohlanadi. Demak, kalandrlash paytida materialning anizotrop mexanik xossalarga ega bo'lishiga, **kalandr samarasi** yoki **effekt**ideb ataladi. Kalandrlangan parda yoki varaqani olish tezligi, odatda, valiklarning aylanish tezligiga teng yoki undan biroz yuqoriroq bo'lishi mumkin. SHuning uchun kalandrlash paytida paydo bo'ladigan bo'ylama deformatsiya relaksatsiyalanishga ulgurmay, tayyor mahsulot tarkibida qolib ketishi mumkin. Kalandrlangan buyumlarda bo'ylama orientatsiyaning mavjudligi kalandrlash yo'nalishiga orientirlangan tolasimon fibrillyar tuzilmalarni shakllanishiga olib keladi. SHuni ham e'tiborga olish kerakki, kalandrlash paytida nafaqat polimer makromolekulalari, balki uning tarkibiga kiritilgan boshqa ingredientlar, masalan plastinkasimon yoki ignali to'ldirgichlar, barqarorlashtiruvchi moddalar, ranglovchi moddalar va b. ham kalandrlash yo'nalishiga qarab orientirlanadi. Kalandr samarasi (effekti) ni bartaraf etishning **eng samarali yo'li** – kalandrlangan tayyor varaqa yoki pardalarni yuqoriroq haroratlarda saqlash yoki ularni qizdirilgan barabanlar oralig'idan o'tkazib olishdir. Ko'pgina polimer materiallariga jo'valash va kalandrlash usullari yordamida qayta

ishlov beriladi. Ammo ushbu texnologik jarayonlarni birgalikda ham amalga oshirish mumkin .



Termoplastni kalandrlash sxemasi: **a** –davriy ishlaydigan jo‘valardan olingan materialni kalandrlash; **b** – chervyakli mashina (ekstruder) dan olingan materialni kalandrlash; 1 - jo‘valar; 2 - pichoq; 3 - transportyor; 4 – jo‘valangan material ruloni; 5 – kalandr; 6 – sovutuvchi baraban; 7 – termoplastning tayyor varaqasi; 8 – chervyakli mashina (ekstruder); 9 – tirqishli kallak; 10 – plastik lentasi.

Buning uchun, avvalambor, PVX va uning asosida tayyorlangan kompozitsiya tarkibiga kiruvchi barcha komponentlar (barqarorlashtiruvchi moddalar, ranglovchi, moylovchi va to‘ldirgichlar) aralashtirgichda yaxshilab aralashtiriladi. Hosil bo‘lgan kukunsimon aralashmani jo‘valash uchun ikkita jo‘vaga yuboriladi. Birinchi jo‘vada jo‘valash jarayoni 15 – 20 daqiqa davom etadi. Buning uchun valiklarning harorati $160 - 170^{\circ}\text{C}$, friksiya koeffitsienti 1,2 – 1,4 va valiklar orasidagi masofa kichik bo‘ladi. Jo‘vadan chiqadigan varaqa yoki parda bir necha marotaba kesiladi va yana jo‘vaga uzatiladi. Rulon shaklida olingan massa ikkinchi jo‘vaga uzatiladi. Bu erda valiklar orasidagi masofa nisbatan kattaroq bo‘ladi. Uni $160 - 170^{\circ}\text{C}$ da 6 – 7 daqiqa jo‘valashdan keyin, rulon shaklida olingan material tezda kalandrga yuboriladi. YUqori samaradorlikka erishish uchun texnologik liniyada uch valikli kalandr qo‘shilgan. Valiklarning uzunligi 1500 mm, diametri 550 mm bo‘lib, ular $160, 170$ va 180°C da qizdiriladi. Olinadigan pardaning qalinligiga qarab, PVX kompozitsiyasi 4-12 m/daq tezlik bilan qayta ishlanadi. Bu esa soatiga **160 – 240 kg** kompozitsiyani qayta ishlash imkonini beradi. Tayyor parda valiklari yo‘niq suv bilan sovuydigan rolganga kelib tushadi. Undan keyin qabul qilish stolida u qirqiladi va pachkalarda joylashtiriladi. Olingan pardalardan

akumulyator baklarida ishlatiladigan teshikli ajratgichlar olishda, hamda presslash yo‘li bilan viniplast varaqalarini olishda qo‘llaniladi.

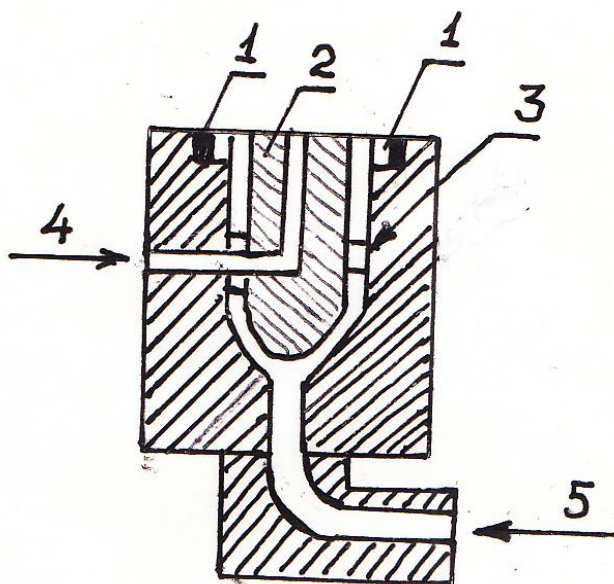
Ekstruziyalash va kalandrlash texnologik jarayonlarni birgalikda amalga oshirish yo‘li bilan plastifikatsiyalangan PVX dan parda olish usuli

Polivinilxlorid (PVX) vinilxlorid ($\text{SN}_2 = \text{CHCl}$) gazidan polimerlanishni emulsiyada, suspenziyada va eritmada o‘tkazish yo‘li bilan hosil qilinadi. PVX oq rangli kukun bo‘lib, to‘kmaning zichligi $0,4 - 0,6 \text{ g/sm}^3$ atrofida bo‘lishi mumkin. PVX shishasimon amorf termoplastlar guruhiga mansub bo‘lib, uning ishlab chiqarish hajmi dunyoda yildan – yilga oshib bormoqda. PVX ning o‘ziga xos xususiyatlari (qutblanganligi, gidrofob material ekanligi, molekulalarning yuqori darajada joylashganligi, mezomorf holatda ekanligi, qisman kristallanganligi) uning asosida turli polimer kompozitsion materiallar olish imkonini beradi. Hozirgi paytda modifikatsiya qilingan PVX buyumlaridan kundalik hayotimizda, xalq xo‘jaligining turli tarmoqlarida izolyasion materiallar sifatida, xususan, elektrotexnika va elektronika sohalarida ishga chidamli materiallar sifatida keng qo‘llaniladi. Ammo uning asosiy texnologik kamchiligi shundan iboratki, 150°C dan yuqori haroratlarda makromolekulalarning orasida destruksion jarayonlar kuchayib, olinadigan mahsulotning rangi sarg‘ayib qoladi. YA’ni, mahsulotning mustahkamligi va deformatsion xossalari davlat standartlari ko‘rsatgichlariga nisbatan pasayib ketadi. Mana shu muammoning echimini topishning eng samarali usullaridan biri – uni plastifikatsiyalash usulidir. PVX ni plastifikatsiyalash uchun dioktilftalat (DOF), tirikrezilfosfat (TKF), dietilftalat (DEF), ditridetsilftalat (DTDF), trietilfosfat (TEF), dietilsebatsinat (DES), dioktilsebatsinat (DOS) va shunga o‘xshagan bir qator suyuq plastifikatorlardan qo‘llaniladi. PVX kompozitsiyasini dastlabki aralashtirish ikki kamerali aralashtirgichda amalga oshiriladi. Kukunsimon kompozitsiya aralashtirgichdan jo‘valarga yuklanadi. Ular kompozitsiyani gomogenlashtiradi. Jo‘valardan chiqqan material uzluksiz ekstruder – plastikatorga kelib tushadi. Ekstruder – plastikatorda material qiziydi, plastikatsiyalanadi va yassi teshikli ekstruzion kallak orqali lenta shaklida siqib chiqariladi. So‘ngra, transportiyor yordamida massa to‘rt valikli kalandrga uzatiladi. Ko‘pgina holatlarda jo‘valar va ekstruder ikki shnekli aralashtirgich – plastikator bilan almashtiriladi. U tayyorlangan materialni kalandrga bevosita etkazib beradi. Plastifikatsiyalangan PVX pardaning qalinligiga qarab, kalandrlash tezligi $60 - 100 \text{ m/daq.}$ va undan yuqori bo‘lishi mumkin. Kalandr valiklarining harorati $140 - 150^\circ\text{C}$ atrofida bo‘lib, 1 va 2 valiklar sovuqroq, 3 valik uncha issiq emas, ammo 4 valikning harorati yuqori bo‘ladi. Tayyor parda qabul qiluvchi barabanga uzatiladi va tortuvchi valiklar orqali sovutish barabanlariga yuboriladi. Sovutish barabanlari 4 ta bo‘lib, ularning harorati ketma – ket pasayib boradi. Sovutilgan pardaning

qalinligi tekshiriladi, chetlari qirqiladi va rulon shaklida olinadi. Plastifikatsiyalangan PVX dan kalandrlash usulida qalinligi **0,05 – 1,0 mm** ni tashkil etgan pardalar olish mumkin.

2.2. EKSTRUZIYALASH

Parda olish uchun kukunsimon yoki granulalangan termoplastlardan qo'llaniladi. Polimer ekstruderda suyuqlantiriladi. Suyuqlanma halqali shakl beruvchi kanal bilan ekstruzion kallak orqali siqib chiqariladi.



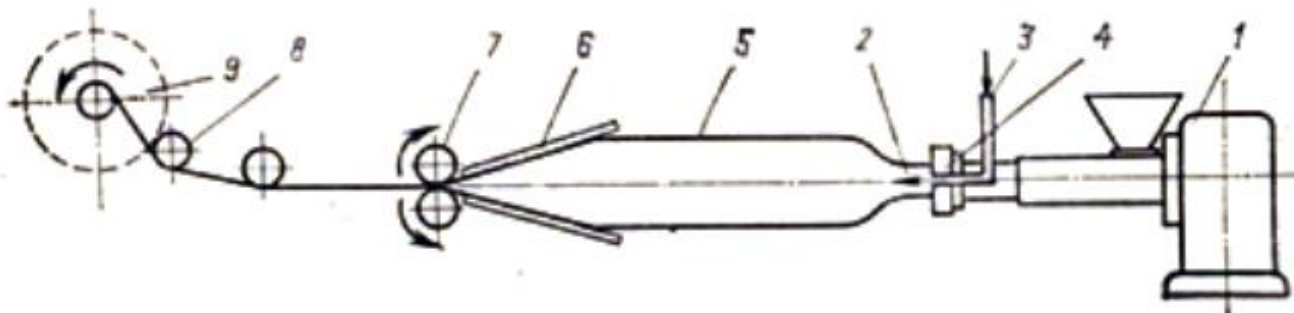
Burchakli halqasimon kallakning ko'rinishi: 1-kallakni rostlash moslamasi; 2- dorn; 3- dorn ushlagich; 4- engni puflash uchun havo yuborish kanali; 5- suyuqlanma.

Kallakning asosiy vazifasi oqib chiqayotgan suyuqlanmaga ma'lum tashqi shakl berishdan iborat.

Ekstruziyalash va puflash usulida parda olish usuli rasmda ko'rsatilgan.

Siqilgan havo 3 yordamida hosil bo'lgan yupqa devorli quvur 2 yoki engsimon parda pnevmatik cho'ziladi. Eng 5 ichidagi havo siqiluvchi valiklar 7 yordamida yopiladi va uning ichida ortiqcha havo bosimi hosil bo'ladi.

Parda o'zining silindr yoki engsimon shaklini saqlanishi va qalinligi bir xil bo'lishi uchun, hamda u tez va bir tekis soviyishi uchun uning ichiga halqa 4 dan sovuq havo beriladi. Parda halqa 4 dan valiklar 7 gacha oralig'ida havo yordamida sovutiladi. Havo bosimi ostida engsimon pardaning qalinligi va kengligi o'zgaradi. Bir xil qalinlik va kenglikka erishish uchun eng ichiga siqilgan havo bir tekis o'zgarmas bosim ostida beriladi. Pardaning qalinligi va kengligi eng ichiga beriladigan havo bosimini rostlash yo'li bilan boshqariladi.



Ekstruziyalash va puflash usulida parda olish qurilmasining ko'rinishi: 1- ekstruder; 2-yupqa devorli quvur; 3-siqilgan havo uzatish kanali; 4-havo bilan sovutish halqasi; 5- engsimon parda; 6- pardani yo'naltiruvchi yuza (chakki) lar; 7-pardani siqiluvchi valiklar; 8- par-dani tortuvchi rolik; 9- pardani o'rab oluvchi moslama.

Engli parda ikkita yo'naltiruvchi yuzalar 6 yordamida taxlanib, valiklar 7 ga beriladi va undan keyin cho'zuvchi rolik 8 ga, so'ng o'rab oluvchi moslama 9 ga uzatiladi. Pardani olish tezligi valiklar 7 ning aylanish chastotasiga bog'liqdir.

Agar parda bo'yiga qarab haddan tashqari cho'zilsa, u anizotrop xossaga ega bo'lishi mumkin, ya'ni uning mustahkamligi bo'yiga va unga teskari yo'nalishga har xil bo'ladi. SHuning uchun siqiluvchi valiklar 7 ning aylanish chastotasini rostlash yo'li bilan bo'ylama cho'zilishni kerakli darajaga o'zgartirish mumkin. Engni puflash darajasini esa eng ichidagi havo bosimini o'zgartirish hisobiga rostlash mumkin. Engni cho'zilishi polimerning qotishiga yoki kristallanish tezligiga bog'liqdir. SHuning uchun turli polimerlarni qayta ishlashda engni cho'zish va uning sovutish mintaqalarining uzunligi har xil bo'ladi. Masalan ZYUPE, PA va PS kabi termoplastlar nisbatan tezroq soviydi va shuning uchun ularni cho'zish va sovutish mintaqalari uncha uzun emas.

Engli pardalar olish uchun quyidagi jihatlarga alohida e'tibor beriladi.

1. PE dan parda olish uchun granulalar yoki kukunsimon xom-ashyo, dastavval, quritib olinadi, chunki uning namligi olinadigan pardaning sifatiga va texnologik jarayonlarga salbiy ta'sir ko'rsatilishi mumkin. Quyidagi jadvalda

termoplastlar guruhiga mansub bo'lgan bir qator polimer materiallari uchun to'kmaning zichligi, ruxsat etilgan namlik darajalari, ularni issiq havo bilan quritish haroratlari va quritish davomiyligi (vaqtlari) keltirilgan.

2. PE dan parda olish uchun suyuqlanmasining oquvchanlik ko'rsatgichi (**SOK**) kichik bo'lgan markalaridan qo'llaniladi. Chunki bunda engsimon parda barqaror va turg'un bo'lib, uni kallakdan tortib olish imkoniyati osonroq bo'ladi. Quyidagi jadvalda termoplastlarning SOK lari va qo'llanish sohalari keltirilgan.

Polimer materiallari uchun to'kmaning zichligi, ruxsat etilgan namlik darajalari, ularni issiq havo bilan quritish haroratlari va quritish davomiyligi (vaqtlari)

Termoplastlar	To'kmaning zichligi, kg/m ³	Ruxsat etilgan namlik, %	Issiq havo bilan quritish	
			Harorati, °C	Davomiyligi, soat
ZPPE	350 – 500	1,3 – 3,0	70 – 80	0,5 – 1,5
ZYUPE	400 – 550	2,5 – 5,0	80 – 90	0,5 – 1,5
PP	450 – 550	1,5 – 3,5	80 – 100	0,5 – 1,5
PVX	450 – 800	0,5 – 1,0	70 – 80	2 – 4

Termoplastlarning SOK lari va qo'llanish sohalari

Termoplastlar	SOK, g/10 daq	Qo'llanish sohalari
ZPPE	0,2 – 1,7	Umumiy maqsadlar uchun qo'llaniladigan pardalar
ZYUPE	2,0 – 5,0	Qog'oz yoki matoni qoplash pardalari
PMMA	0,5 – 2,5	Quvur va varaqalar
PP	0,4 – 0,7	Elektr izolyasion pardalar
PVX – plastik	3,0 – 15,0	Kabel izolyasiyasi

Ushbu jadvaldan kelib chiqadigan asosiy xulosa shuki, pardani ishlatish va unga qo'yiladigan talablardan kelib chiqqan holda, **SOK** lari tanlab olinadi.

3. Tabiiyki, pardaning qalinligi va kengligi eng ichiga beriladigan havo bosimiga bog‘liqdir. Engni puflash darajasi **200-300 %** ni tashkil etishi mumkin. Boshqacha aytganda, puflangan engni diametri **D** halqasimon tirqishning diametri **Dd** dan **2,5-3,0 marotaba kattaroq** bo‘ladi. Agar mana shu texnologik shartga rioya etilsa, pardaning qalinligi ekstruderning halqasimon tirqishidan chiqadigan pardaning qalinligidan taxminan **9-10 marotaba kichik** bo‘ladi. Bu esa, o‘z navbatida, xom-ashyoni tejash va, eng muhimi, parda mustahkamligini oshirish imkonini beradi.

4. Termoplastlarni ekstruziyalash usulida qayta ishlash va ulardan sifatli, mustahkam va ishga chidamli buyumlar olish qayta ishlash rejimini to‘g‘ri boshqarishga chambarchas bog‘liq. Quydagi jadvalda termoplastlarni ekstruziyalash usulida qayta ishlashning texnologik rejimlari keltirilgan.

Termoplastlarni ekstruziyalash usulida qayta ishlashning texnologik rejimlari

Termoplastlar	Harorat, °C	Bosim, MPa	
		To‘rgacha	To‘rdan keyin
ZPPE	110 – 150	15 – 25	10 – 15
ZBPE	130 – 190	20 – 30	13 – 18
PP	180 – 250	20 – 30	15 - 20

SHuni alohida ta’kidlash kerakki, kallakdagi suyuqlanma oqimi shakl beruvchi mundshtukka bir tekis, ravon beriladi. Mundshtukning roli uzluksiz chiquvchi profilni shakllantirishdan iborat. Bundan tashqari, suyuqlanmaning bir jinsliligini oshirish va uni turli tashqi qo‘shilmalar (suyuqlanishga ulgurmagan, tirishib qolgan gelchalardan va mexanik qo‘shilmalar) dan tozalab turish uchun silindr va kallak orasida panjara yoki filtrlovchi to‘rlar paketi o‘rnatiladi. Filtrlovchi to‘rning ishlash qobiliyati bosimning o‘zgarib turishi bilan aniqlanadi. Agar to‘rning qarshiligi ortib borsa, uning ifloslanganligidan dalolat beradi va uni yangisiga almashtirish maqsadga muvofiqdir.

1. Termoplastlar (PE, PP, PS, PA va h.) dan pardalar ishlab chiqarishda uzun shnekli ekstruderlardan keng qo‘llaniladi. **Bundan asosiy maqsad**-suyuqlanmada pulsatsiya (tebranib turish) larni bartaraf etishdan borat. Qo‘llaniladigan ekstruderlar uchun chervyak uzunligi **L** ning diametri **D** ga nisbati **L/D=20-25**, **D=20-90 mm** ni tashkil etishi mumkin. Ekstruziyalash usulida olinadigan

pardalarning qalinligi **10-300 mkm** ni tashkil etishi mumkin. Pardadagi yupqalanishlar (qalinligining o'zgarib turishi) $\pm 10 \%$ tashkil etishi mumkin.

Agar halqasimon teshikdan chiqayotgan ekstrudatning qalinligi δ_3 , engni puflash darajasi K_r va pardani tortish darajasi K_T aniq bo'lsa, **olingan pardaning qalinligi** $\delta_{пл}$ ni quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:

$$\delta_{пл} = \frac{\delta_3}{K_p \cdot K_T}$$

SHakllangan parda tezligining (v_H) ekstrudatning tezligi v_E ga nisbatiga, **tortish koeffitsienti K_T** deb ataladi va u quyidagi formula bilan hisoblanadi:

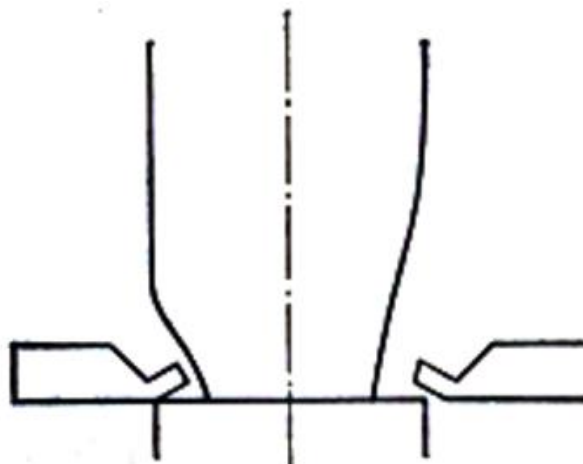
$$K_T = \frac{v_H}{v_3}$$

Granulalar tushadigan vintli kanal hajmi (V) ning me'yorlash mintaqasi kanalining hajmi (V_m) ga nisbatiga, **siqish darajasi K_s** deb ataladi va u quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$K_c = \frac{v}{v_m}$$

2. Kerakli qalinlik va kenglikka ega bo'lgan pardalar olish uchun, avvalambor, polimerni qotib qolishiga erishgunga qadar, engli pardani tebranib turishini oldini olish kerak. Aks holda, engni egilishi tufayli parda sirtida qiyshayishlar va to'liqinsimon burmalar hosil bo'ladi. Havo oqimining tezligi oshganda va, hatto, ishchilarning sexga kirib chiqishlari engli pardaning tebranishiga sababchi bo'lishi mumkin. Ushbu ta'sirlarni oldini olish uchun eng tiniq devorli maxsus shaxtalarda "kapsullanadi", ya'ni u o'rab olinadi.

Bundan tashqari, aslida, shakl beruvchi halqa ekstruzion kallakdan **50mm** masofada o'rnatiladi. Sovutuvchi havo eng ichiga bir tekis beriladi, aks holda eng qiyshayib qoladi va uning bir tekis soviyishiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Puflanadigan engning shakli sovutuvchi havo kiradigan kallakdagi tirqishning holatiga bog'liqdir.



Sovutish jadalligining eng shakliga ta'siri.

Ushbu rasmda sovutuvchi halqadagi tirqishning turli holatlari va eng profili ko'rsatilgan. Rasmdan ma'lumki, engning chap tomoni yaxshiroq sovigani uchun uning tashqi diametri tezroq doimiy qiymatiga erishgan. Ammo engning o'ng tomoni bir – muncha qiyshalgan va bu sovutish jarayonining noto'g'ri amalga oshirilganligidan dalolat berib turibdi.

7. Ma'lumki, suyuqlanma kallakdan chiqqandan keyin, ma'lum haroratda qotib qoladi. Natijada engning diametri bo'yi bo'ylab o'zgarmas bo'lib qoladi. Polimerning qotib qolish chegarasi eng diametrining o'zgarmasligi bilan aniqlanadi. Bu chiziqni **qotib qolish yoki kristallanish chizig'i** deb ataladi. Agar kristallanish chizig'i va ekstruzion kallak orasidagi masofa kichik bo'lsa, olinadigan parda tiniq, fizik – mexanik xossalari yuqori, yuzalaridagi defektlar (nuqsonlar) ning miqdori kamayadi va uning xiraligi pasayadi. Agar ushbu masofa kattaroq bo'lsa, polimerni sovutish tezligi pasayib, pardada kristall tuzilmalar hosil bo'ladi. Polimer suyuqlanma holatida bo'lganda, sirtiy taranglik kuchlari hisobiga engning to'g'ri shaklidan og'ishi kamayib boradi.

Puflangan engning doimiy diametri **D** ning shakl beruvchi halqa teshgining kallakdan chiqish diametri , ya'ni dorn diametri **d** ga nisbatiga, **puflash darajasi yoki puflash koeffitsienti K** deb ataladi:

$$K = \frac{D}{d} = \frac{R}{v_0}$$

Puflangan eng valiklarga kelgunga qadar yo'naltiruvchi yuzalar yordamida sekin – asta ikki qavatli pardaga aylanadi. Engni yo'naltiruvchi yuzalar, odatda, yaxlit varaqalar, to'rlar yoki roliklar shaklida bo'lib, ularda pardani sovutuvchi havo kirishi uchun maxsus yo'laklar bo'ladi.

Parda va yo'naltiruvchi yuzalar orasidagi ishqalanishlar iloji boricha kichik bo'lishi kerak. Eng devori va yo'naltiruvchi yuzalar orasidagi burchak α qanchalik katta bo'lsa, pardada o'lchamlar farqi (l_1 va l_2) paydo bo'lib, unda burmalar shuncha ko'p bo'ladi:

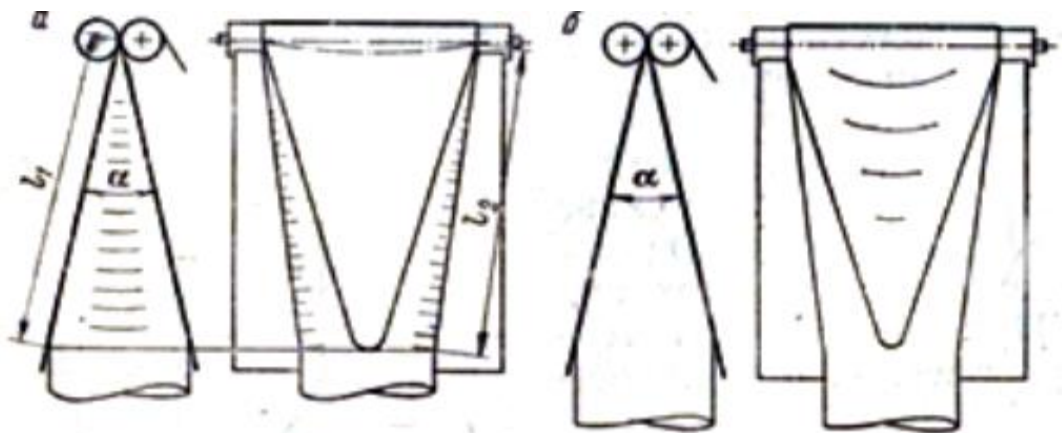
$$\Delta l = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \cdot 100\%$$

bu erda l_1 va l_2 pardaning har ikkala yon tomonlari uzunligi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, yo'naltiruvchi yuzalar uzunligini haddan tashqari oshirib bo'lmaydi, chunki bunda ularning eng bilan tutash sirtlari kattalashib, ishqalanish kuchlari oshib ketadi va natijada eng o'rtasida burmalar paydo bo'ladi.

Ushbu rasmda parda chetlari va o'rtasining nisbiy deformatsiyasiga, hamda burmalarning hosil bo'lishiga α ning ta'siri ko'rsatilgan. Eng o'rtasida hosil bo'ladigan burmalar maqsadga muvofiq emas, chunki ularni pardadan chetlashtirib bo'lmaydi. Bu muammoni echish uchun α ni iloji boricha kichiklashtirish kerak. Ammo α ni kichiklashtirish uchun yo'naltiruvchi yuzalar uzun bo'lishi kerak, chunki formulaga asosan, engning diametri D eksturzion kallakdagi halqa teshikning diametri d , hamda engning puflash darajasi K orqali aniqlanadi, ya'ni

$$D = K \cdot d$$



Pardada burmalarning paydo bo'lish sxemasi:

a - yo'naltiruvchi yuzalar orasidagi burchak katta bo'lganda hosil bo'ladigan burmalar;

b – yo'naltiruvchi yuzalar va eng orasida ishqalanish katta bo'lganda hosil bo'ladigan burmalar.

Mana shu muammoni samarali echish uchun ajratuvchi vilkadan foydalaniladi. Uning biki chetlari eng burmalarini valiklarga kirishdan oldin tekislaydi. Ustma –

ust joylashtirilgan eng yassi holatda siqib tortuvchi valiklarga kirishi uchun yo‘naltiruvchi yuzalar valiklarga yaqinroq joylashtiriladi. Aks holda, engda valiklarga kirishdan oldin havo kirib, pardada burmalarning paydo bo‘lishiga sababchi bo‘ladi.

Darhaqiqat, engni kallakdan qabul qilib oluvchi valiklar tomon harakatlanishi gorizontalar tarzda ham, vertikal tarzda ham, amalga oshishi mumkin. Mana shu yo‘nalishni inobatga olib, quyidagi **3 ta** sxemada parda olish mumkin.

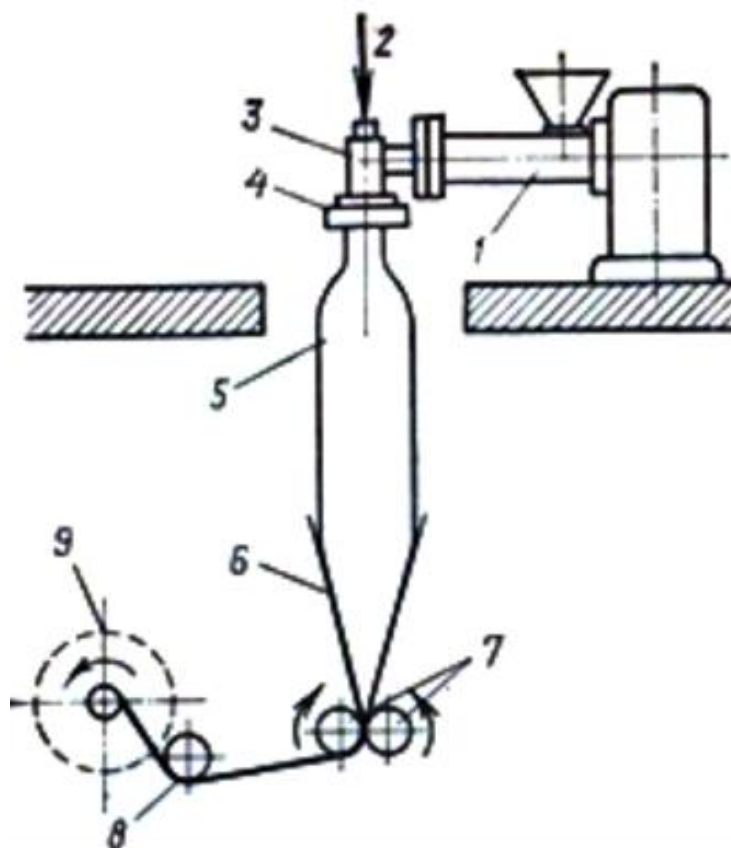
1. Gorizontalar .
2. Pastga qarab vertikal .
3. YUqoriga qarab vertikal.

Jarayonning gorizontalar sxemasida engni yuqori va quyi tomonlari har xil tezlikda soviydi. Bu usuldan issiqqa chidamsiz va harorat o‘zgarishiga sezgir plastifikatsiyalangan PVX dan parda olishda ko‘proq qo‘llaniladi.

SHuni ham alohida ta’kidlash kerakki, pardani qaysi usulda olinishidan qat’i nazar, ko‘pgina holatlarda ekstruziyalarash va puflash usulida olinadigan pardalarning qalinligini o‘zgarib turishi kuzatiladi. Ekstruzion kallakda haroratning bir xil taqsimlanmaganligi, engni bir tekis sovitilmaganligi va siqib qabul qiluvchi valiklarning aylanish chastotasi o‘zgarganligi mana shunday mahalliy yupqalanishlarga olib kelishi mumkin.

Mahalliy yupqalanishlar va rulonda padani zichlanishini oldini olish uchun ekstruder, ekstruzion kallak yoki qabul qilib oluvchi valiklar eng o‘qiga nisbatan aylantiriladi. Buning uchun aylanuvchi platformada o‘rnatilgan vertikal ekstruderdan qo‘llaniladi. Vertikal ekstruder va sovutuvchi halqa **1 daq⁻¹** aylanish chastotasi bilan o‘ngga va chapga **360°** ga aylantiriladi. Agar ekstruder gorizontalar holatda o‘rnatilgan bo‘lsa, unda sovutuvchi halqani qo‘zg‘almas holatda saqlab, siqib tortib oluvchi valiklar va qabul qilib oluvchi moslama eng o‘qiga nisbatan aylantiriladi.

Pardaning rangli pechatni qabul qilish qobiliyatini oshirish, valiklar va pardalar orasidagi ishqalanishlar tufayli paydo bo‘ladigan elektrostatik zaryadlarni bartaraf etish maqsadida sovutish valiklardan o‘tgandan keyin, parda yuzalariga maxsus ishlov beriladi. Pardani tekislash uchun maxsus valiklardan foydalaniladi. Maxsus diskli pichoqlar yoki lezviya yordamida parda kesib olinadi.



Ekstruziyalash va puflash usulida parda olishning pastga qarab vertikal sxemasi: 1-ekstruder; 2-siqilgan havo kiradigan kanal; 3-ekstruder kallagi; 4-sovutuvchi halqa; 5-engsimon parda; 6- pardni yo'naltiruvchi yuza (chakki) lar; 7 pardani siqiluvchi roliklar; 8- pardani tortuvchi rolik; 9- pardani o'rab oluvchi moslama.

Olingan engli pardaning fizik – mexanik xossalariga bir qator omillar kuchli ta'sir ko'rsatilishi mumkin. Sifatli xom – ashyolardan foydalanganda, suyuqlanma tarkibida suyuqlanishga ulgurmagan zarracha va gelchalar kam bo'ladi. Suyuqlanmani mana shu zarracha va gelchalardan tozalash maqsadida chervyak va shakl beruvchi kallak o'rtasida to'rlar paketi bilan panjara o'rnatiladi. Polimer tarkibiga barqarorlashtiruvchi moddalar qo'shib, chervyakni to'g'ri tanlab, haroratni aniq nazorat qilib borish, qayta ishlash jarayonlarini inert gaz muhitida kechishini ta'minlash va boshqa chora – tadbirlarni amalga oshirish yo'li bilan gelchalarni hosil bo'lishini kamaytirish mumkin. Ularning mavjudligi pardaning fizik – mexanik xossalariga kuchli salbiy ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari, agar xom – ashyoning (kukunsimon va granulalangan materialning) namligi yuqori bo'lsa, suyuqlanma tarkibida gaz yoki havo bilan to'lgan pufakchalar paydo bo'ladi va ular ekstruzion kallakdan chiqayotganda yoriladi. Bunday holatlarni oldini olish uchun qayta ishlashdan oldin xom – ashyolarni oldindan qizdirib olish kerak. Pardaning fizik – mexanik xossalariga engni puflash darajasi formulaga qarang!) kuchli ta'sir ko'rsatadi. Puflash darajasi oshganda, pardaning

orientirlanishi kuchayadi va mexanik mustahkamligi oshadi. Xususan, pardaning zarbaga chidamliligi va cho‘zilish paytidagi parchalanish kuchlanishi puflash darajasiga va ekstruderning ishlash samaradorligiga bog‘liqdir. Engning shakli, uni bo‘ylama va ko‘ndalang yo‘nalishlarga tortish tezliklarining nisbatiga qarab, uning mustahkamligi o‘zgaradi. Ekstruziyalash va puflash usullarini birga amalga oshirilib, parda olish quyidagi afzalliklarga ega.

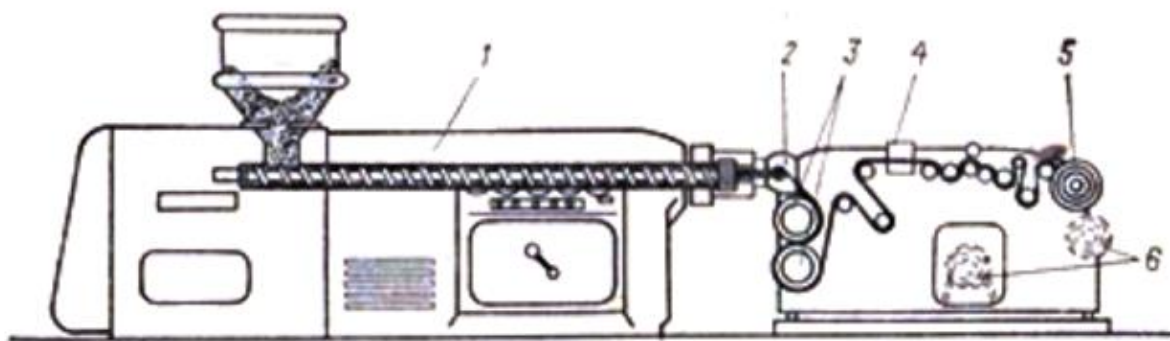
1. Bu usul bo‘ylama va ko‘ndalang yo‘nalishlarga mexanik xossalari “muvofiqlashtirilgan” pardalar olish imkonini beradi.
2. Engli pardalarning zarba ta’sirida bo‘ylama tasmlarga tolalanishga moyilligi nihoyatda past (yassi ekstruzion pardalarda esa bu moyillik nisbatan yuqori bo‘ladi).
3. Bu usul bo‘ylama va ko‘ndalang yo‘nalishlarga orientirlagan pardalar olish va ulardan issiqqa qisqaruvchi o‘rash materiallari olishga foydalanish imkonini beradi.
4. Bu usul yuqori zichlikka va mustahkamlikka ega bo‘lgan pardalar olish imkonini beradi.
5. Engli pardalardan foydalanib, sifatli va ishga chidamli qoplar ishlab chiqarish qulay va payvandlangan joylarni parchalanishining xavfliligi kam.
6. Engli pardalar ishlab chiqarishda chiqindilarning miqdori kam, chunki parda chetlari qirilmaydi.
7. Bu usulda nisbatan kichik ekstruzion kallaklardan foydalanib, kengligi katta pardalar olish mumkin. Masalan, shakl beruvchi tirqishning diametri **250 mm** ni tashkil etgan kallaklar yordamida eni **1600 mm** li englar olish mumkin. Hozirgi paytda eni **12 – 30 m** ni tashkil etadigan pardalar olish imkonini beradigan keng formatli agregatlar ishlab chiqarilgan.
8. Parda olish tezligini rostdash va eng ichiga havo berish yo‘li bilan uning kengligini o‘zgartirish oson (ekstruzion yassi pardalarning kengligini o‘zgartirish uchun esa kallak kengligini o‘zgartirish talab etiladi).

SHuni ham alohida ta’kidlash kerakki, yuqoridagi afzalliklar tufayli hozirgi paytda parda ishlab chiqarishda ZPPE dan engli pardalar olish asosiy o‘rin egallaydi. Poliolefinlardan olinadigan barcha buyumlar sanoat va ho‘jalik ahamiyatiga molik bo‘lgan pardalar ekstruziya usulida olinadi va bu usulda ishlab chiqariladigan PE ning **75%** qayta ishlanadi. PE dan ekstruziyalash – puflash

usulida qalinligi 20 – 350 mkm va kengligi 20 – 30 m ni tashkil etadigan pardalar olinadi.

Valiklarda sovutish usulida polimerlardan yassi pardalar ishlab chiqarish texnologik jarayonlari.

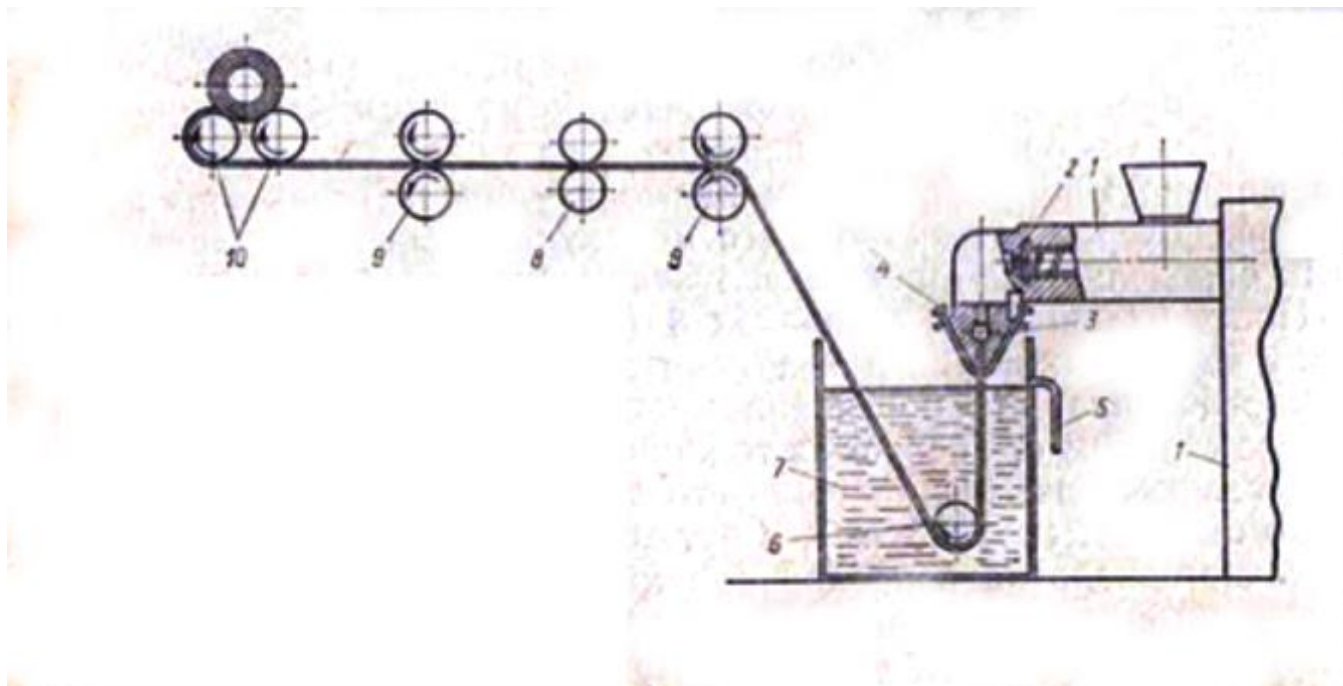
Ekstruziyalash usulida polimerlardan nafaqat engli pardalar olinadi, balki yassi pardalar ham ishlab chiqariladi. Ekstruderda polimer suyuqlantirilib, undan chiqadigan suyuqlanma **1** filtrlar paketida filtrlanadi va yassi teshikli kallak **2** ka beriladi. Suyuqlanma ekstruderdan kallakka markazdan yoki yonidan beriladi. Suyuqlanma yassi teshikli kallak **2** dan chiqib, xromlangan, silliqlangan va suv yordamida sovutiladigan valiklar **3** ga o'tib, ularda tez qotib, undan qalinlik o'lchagich moslamasi **4** ga o'tadi va undan keyin chetlari kesilib, o'rash stansiyasi **6** ga uzatiladi.



Valiklarda sovutish usulida polimerlardan yassi parda ekstruziyalash qurilmasi: 1 - ekstruder; 2 - yassi teshikli kallak; 3 - pardani oldindan sovutish valiklari; 4 - parda qalinligini o'lchovchi asbob; 5 – par-dani qabul qiluvchi moslama; 6 - pardani o'rash stansiyasi.

SHuni alohida ta'kidlash joyizki, kerakli qalinlikka erishish uchun kallakdagi terqish o'lchamlarini o'zgartirish kerak bo'ladi. Ammo uni o'zgartirish qiyin, chunki aslida tirqish o'lchami **0,5 mm** dan kichik bo'ladi. SHuning uchun pardani tortib, uni bo'ylama, hamda teskari yo'nalishlarga orientirlab, kerakli qalinlikka erishish mumkin. Masalan, ZBPE pardalarining qalinligi **5 – 6 mkm** ni tashkil etganda, ular tiniqlashadi. Agar pardaning qalinligi oshib ketsa, uni sovutish davomiyligi (vaqti) oshadi va material kristallanib qolishga ulguradi. Hozirgi paytda kengligi **1500 – 1800 mm** ni tashkil etadigan yassi teshikli kallaklar ishlab chiqarilgan. Ular yassi pardalar kengligini kerakli darajada o'zgartirish imkonini beradi.

SHuni alohida ta’kidlash kerakki, valiklarda sovutish usuli yordamida parda olish ekstruzion – puflash usuliga qaraganda **bir qator afzalliklarga** ega. **Birinchidan**, ishlab chiqarish binosining balandligi past. **Ikkinchidan**, ushbu



usulda nihoyatda tiniq pardalar olish mumkin. **Uchinchidan**, pardani jadal sovitilganda, u valik yuzalarida yopishib qolmaydi. **To’rtinchidan**, pardaning qalinligini nazorat qilish oson. **Beshinchidan**, pardada burmalar paydo bo’lmaydi va uni o’rab olish oson. **Oltinchidan**, pardani olgandan keyin, uni ortiqcha isitmasdan turli tagliklarga etkazish mumkin. Ushbu usulda olingan pardalarning **asosiy kamchiliklari** shundan iboratki, pardaning qalinligini rostlash ma’lum qiyinchiliklarni tug’diradi. Bundan tashqari, ularning mexanik xossalari ekstruzion – puflash usulida olingan pardalarning xossalariga nisbatan ancha past. Pardalarning mexanik xossalarini yaxshilashning yagona usuli – ularni bo’ylama va unga teskari yo’nalishlarga tortib, orientirlashdir. Suvli vannalardan foydalanishdan asosiy maqsad – polimerlardan olinadigan pardalarni tez sovutishdan va uning sifatini (xususan, tiniqligini) oshirishdan iborat. Poliolefinlar (PE, PP va ularning kompozitsiyalari) ni yuqori tezlikda ekstruziyalash va olinadigan yassi pardalar sifatini yaxshilashga sovutuvchi suv vannalardan foydalanib, erishish mumkin. Parda ekstruder kallagidan vertikal pastga qarab chiqadi va suvli vannaga tushib, tez soviydi. Pardaning sifatiga yassi teshikli kallak va suv yuzasi orasidagi masofa kuchli ta’sir ko’rsatadi. Bu masofa **6 – 12 mm** ni tashkil etishi mumkin. Ekstruziyalash jarayonida suv yuzasi orom, pardani sovutish paytida esa, suvning harorati o’zgarmas bo’lishi kerak. Suvning sovuq oqimi bevosita pardaga urilmasligi kerak.

Suvli vannada sovutish usulida yassi parda olish qurilmasi: 1-ekstruder; 2-filtrlar paketi; 3-yassi teshikli kallak; 4-tirqish oralig'ini roslagich; 5- suv quyish shtutseri; 6-pardani yo'naltiruvchi valik; 7-pardani sovutish vannasi; 8-parda chetlarini kesuvchi pichoq; 9-pardani tortuvchi valiklar; 10-pardani o'rab oluvchi moslama. Ekstruziyalash usulida parda olish va pardani suvda sovutish harorat rejimi chervyakning konstruksiyasiga, kallak va qayta ishlanadigan materialning xossalriga bog'liqdir. Masalan, ZPPE dan parda olish uchun ekstruder mintaqalari bo'ylab, harorat ketma – ket oshirib boriladi: kanalining chuqurligi kichrayib boradigan chervyakdan qo'llanilganda, harorat ekstruderning yuklash mintaqasida $90 - 100^{\circ}\text{C}$, siqib chiqarish mintaqasida esa $210 - 240^{\circ}\text{C}$ atrofida bo'ladi. Agar siqish mintaqasi kalta (tor) chervyaklardan foydalanilsa, unda harorat yuklash mintaqasida $170 - 180^{\circ}\text{C}$, siqib chiqarish mintaqasida $230 - 250^{\circ}\text{C}$, kallakda esa $230 - 250^{\circ}\text{C}$ atrofida bo'lishi mumkin. Zichligi past va zichligi yuqori polietilen, polipropilen va ularning kompozitsiyalari poliolefinlar guruhiga mansub bo'lsalarda, ularning kimyoviy tarkibi, tuzilishi va xossalari bir – biridan farq qiladi. Xususan, ularning molekulyar massalari, molekulyar massa taqsimoti, granulometrik tarkibi, suyuqlanish va kristallanish haroratlari va boshqa xossalari bir – biridan farq qiladi. SHuning uchun ZYUPE va PP dan ekstruziyalash usulida parda olish uchun ekstruderning turli mintaqalarida harorat oshirib boriladi.

Zichligi yuqori PE va PP dan ekstruziyalash usulida yassi pardalar olish uchun ekstruderning turli mintaqalaridagi harorat va sovutuvchi suvning harorati (kallak teshigining shakl beruvchi oralig'i 0,5 mm, parda olish tezligi $60 \text{ m}^3/\text{daq}$.)

Material	Ekstruderning material silindri mintaqalaridagi haroratlar, $^{\circ}\text{S}$			Kallak-dagi harorat, $^{\circ}\text{S}$	Suvning harorati, $^{\circ}\text{S}$
	YUklash mintaqasida	Siqish mintaqasida	Me'yorlash mintaqasida		
ZYUPE	200 ± 10	210 ± 10	240 ± 10	250 ± 10	60
PP	210 ± 10	230 ± 10	250 ± 10	265 ± 10	35

Agar ekstruziyalangan yassi pardalardan qoplama qilishga yoki ko'p qatlamli pardalar olishga qo'llanilsa, unda pardani taglikka yaxshiroq yopishib olishi uchun (adgeziya bo'lishi uchun) ekstruder mintaqalaridagi harorat yanada oshiriladi

Ekstruder mintaqalarida oʻrnatiladigan haroratlar

Material	Ekstruderning material silindri mintaqalaridagi haroratlar, °C			Kallak-dagi harorat, °C	Suvning harorati, °C
	YUklash mintaqasida	Siqish mintaqasida	Me'yorlash mintaqasida		
ZYUPE	230 ± 10	260 ± 10	270 ± 10	270 ± 10	70
PP	270 ± 10	280 ± 10	290 ± 10	290 ± 10	30

SHuni ham eslatib oʻtish kerakki, vannadagi suvning harorati oshganda, pardani rulonga oʻrab olishda, uning yopishib qolishga moyilligi oshadi, ammo mexanik xossalari yaxshilanadi.

2.3. BOSIM OSTIDA QUYISH.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimerlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashdan oldin, polimerning molekulyar massasiga, suyuqlanmasining qovushqoqligi va oquvchanlik ko'rsatgichi (SOK) ga alohida e'tibor beriladi. SOK lari 2 - 30 g/10 daq. ni tashkil etgan termoplastlar bosim ostida quyish usulida qayta ishlanishi mumkin. SOK ning keng miqyosda o'zgarishi polimer materialining kimyoviy tarkibiga, tuzilishiga va xossalariga chambarchas bog'liq. Masalan, SOK = 1 - 4 g/10 daq ni tashkil etadigan poliolefinlar bosim ostida quyish usulida qayta ishlashga tavsiya etiladi. Quyuma polimerlar uchun SOK = 0,7 - 7,0 g/10 daq. ni tashkil etishi mumkin. SOK = 0,3 - 0,7 g/10 daq. ni tashkil etgan kam oquvchan PE lar quvurlarni ulash elementlari (fitinglar), armaturalar (jo'mraklar qopqog'i, surilma qopqoqlar (zadvijkalar) va boshqa buyumlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi, chunki ular og'ir sharoitlarda qo'llanishga mo'ljallangan. Molekulyar massasi kichik va SOK lari yuqori (2 - 20 g/10 dak), ya'ni, qayta ishlash paytida yuqori oquvchanlikka ega bo'lgan PE lar yupqa devorli va tashqi ko'rinishi yaltiroq buyumlar olishda qo'llaniladi. SHuni ham inobatga olish kerakki, bosim ostida quyish usulida kam oquvchan (SOK = 2-7 g/10 dak) termoplastlardan ham buyum olish mumkin, ammo ularning oquvchanligini oshirish uchun xom-ashyo (granulalar) yuqoriroq haroratlarda qayta ishlanishi lozim Bunda issiqlik destruksiya jarayonlari kuchayib, buyumning sifati va xossalari salbiy tomonga o'zgarib ketishi mumkin. Qayta ishlash jarayonida harorat va siljish kuchlanishi (yuklama) ni o'zgartirish yo'li bilan suyuqlanmaning qovushqoqligini va oquvchanlik ko'rsatgichini kerakli darajada o'zgartirish mumkin. Mustahkamligi yuqori buyumlar (shpitslar, o'rash va qadoqlash materiallari, laboratoriya jihozlari uchun detallar) olishda SOK = 0,2 -2,0 g/10 daq. ni tashkil etgan PP dan qo'llaniladi. Boshqa turdagi buyumlar ishlab chiqarish uchun SOK lari katta PP markalaridan qo'llaniladi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, bosim ostida quyish usulida qayta ishlash uchun polimer materiallari va ular asosida hosil qilingan kompozitsiyalarni tanlab olishda, asosan ularning qovushqoqligiga alohida e'tibor beriladi. CHunki xaddan tashqari qovushqoq material bilan qolipni to'ldirish qiyin va yuqori bosim va haroratlarda ta'sirida u kuyib ketishi ham mumkin. Zero, termoplastlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlash jarayonlari yuqori bosim va haroratlarda ostida kechadi. SHuning uchun suyuqlanmaning oquvchanlik ko'rsatgichi (SOK) materialni qayta ishlashga yaroqliligini aniqlab berishga etarli emas. Hozirgi paytda quyish mashinalarida spiralsimon kanallari kalibrlangan qolip yordamida materialning oquvchanligi aniqlanadi. Buning uchun material qolipga ma'lum bosim ostida purkab beriladi va

«oqish yo'li» ning uzunligi, ya'ni kuyma spiralning uzunligi l_c aniqlanadi. Poliolefinlarni spiralsimon kanallarda aniqlangan «oqish yo'li» ning uzunligi l_c suyuqlanmaning haroratiga va purkab berish bosimiga chiziqli bog'liq bo'lib, purkab berish davomiyligi (tezligi) ning logarifmik funksiyasidir. l_c qolipning haroratiga uncha sezilarli bog'liq emas, ammo unga qolip kanallarining geometrik o'lchamlari kuchli ta'sir ko'rsatadi. SHuning uchun amalda materialning quyish qoliplarini to'ldirish qobiliyati K ni aniqlashda, nafaqat l_c , balki buyum devorining qalinligi δ inobatga olinadi va quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$K = \frac{l_c}{\delta}$$

Poliolefinlarning quyma markalari uchun $K = 30 - 300$ ni tashkil etishi mumkin. YUqori harorat va purkab berish bosimlarda esa, $K = 500$ gacha etishi mumkin. Ushbu formuladan asosiy xulosa shuki, materialning quyish qolipini to'ldirish qobiliyati K buyum devorining qalinligi δ ga teskari proporsionaldir. YA'ni, δ oshgan sari, K pasayadi va, aksincha.

Bosim ostida quyish usulining boshqa qayta ishlash usullariga nisbatan afzalliklari quyidagilardan iborat.

1. Bosim ostida quyish usulida buyum sovutiladigan qolipda (ter-moplastlar uchun) va oldindan qizdirilgan qolipda (reaktoplastlar uchun) shakllanadi.

2. Suyuqlanma qolipga juda katta tezlik bilan purkab beriladi va buyumni shakllanish jarayoni tez amalga oshadi.

3. Quyish qoliplari bir uyali va ko'p uyali bo'lishi mumkin. Qoliplardagi uyalarning soni va turlariga qarab, bir vaqtning uzida bir nechta buyumlar olish mumkin. SHuning uchun quyish mashinalarning ishlash samaradorligi nihoyatda yuqoridir.

4. Bosim ostida quyish usuli **davriy jarayondir**. YA'ni, bosim ostida quyish jarayonlari quyidagi davriy (siklik) bosqichlardan iborat:

- xom-ashyo (granulalarni) quyish mashinasining plastikatsion silindriga yuklash bosqichi;
- granulalarni plastikatsiyalash (suyuqlantirish) bosqichi;
- suyuqlanma bilan to'ldirilgan qolipni bosim ostida saqlash bosqichi;

- uni bosimsiz ushlab turish (buyumni sovutish) bosqichi;
- qolipni ochilishi va undan tayyor buyumni olish bosqichlari.

SHundan so‘ng bosim ostida quyish sikli (davri) yana qaytadan boshlanadi.

5. Bosim ostida quyish usulida yuqori sifatli va o‘lchamlari aniq buyumlar olinadi.

6. Kuyma buyumlar qo‘shimcha ishlov berish (masalan, rezba chiqarish, randalash, sayqal berish, rasm yoki naqsh bosish) ni talab qilmaydi.

7. Bosim ostida quyish texnologik jarayonlari avtomatlashtirilgan.

Bosim ostida quyish **usulining asosiy kamchiligi** shundan iboratki, ushbu usulda qayta ishlashga sarflanadigan harajatlar ekstruziyalash usulidagi harajatlarga karaganda, **2-4 marotaba kattadir**. Bu qo‘llaniladigan polimer turiga, kimyoviy tarkibi, tuzilishi, xossalari va buyumning konfiguratsiyasiga bog‘liqdir.

Aslida, bosim ostida quyish mashinasi (termoplastavtomatlar) **2 qismdan iborat bo‘ladi**.

1. Materialni plastikatsiyalash (suyuqlantirish) qismi. Bu qismda material me‘yoriga keltiriladi.
2. SHakl beruvchi qismi.

Termoplastlarni bosim ostida quyish usulini quyidagi **2 rejimda** amalga oshirish mumkin.

2. **Intruziya rejimida**. Bu rejimda suyuqlanma qolipga aylanib turuvchi shnek orqali uzatiladi va qolip **70-80 %** ga to‘lgunga qadar, u aylanma harakatini davom ettiradi. Suyuqlanmaning qolgan qismi esa, shnekning ilgariylanma harakati tufayli qolipga purkab beriladi.

Ushbu **texnologiyaning mohiyati** shundaki, u purkash hajmini **2-3 marotaba** oshirish imkonini beradi. Natijada olinadigan buyumning hajmi oshadi. Buyumni sovutish paytida uni kirishishini bartaraf etish uchun intruziya rejimida ishlaydigan quyish mashinalari podpressovka qiluvchi moslamalar bilan jixozlanadi. Intruziya rejimida **yirik o‘lchamli va kalin devorli** buyumlar olinadi.

3. **Injeksiya rejimida**. Bu rejimda aylanib turuvchi shnek bunkerdan materialning kerakli miqdorini quyish mashinasining injeksion silindrida yig‘ib oladi va uni plastikatsiya qiladi, ya’ni, suyuqlantiradi. Injeksiya rejimi intruziyaga nisbatan kengroq tarqalgan qayta ishlash usulidir. Polimerlarning qayta ishlashning asosiy yuqori samarali usullaridan biri – bosim ostida quyish usuli hisoblanadi. Bosim ostida quyish usulidan foydalanib, termoplastlardan, reaktoplastlardan va

rezina qorishmalaridan turli buyumlar (uy – ro‘zg‘or buyumlaridan tortib, to mashina va apparatlar detallarigacha) ishlab chiqariladi. Olinadigan buyumlarning massasi bir necha grammdan 32 kg gacha, devorining qalinligi esa (6 – 10) mm (ba‘zan 15 – 20 mm gacha) ni tashkil etishi mumkin.

Quyish mashinalari ko‘pincha termoplastavtomatlar nomi bilan yuritiladi. Ular quyidagi asosiy qismlardan tarkib topilgan.

1. Materialni me‘yorlash qurilmasidan.
2. Plastikatorlardan, ya‘ni granulalangan yoki kukunsimon materialni suyuqlantiruvchi qurilmadan.
3. Quyish kallagidan, ya‘ni suyuqlantirilgan materialni qolipga siqib chiqaruvchi qurilmadan.
4. Isitiladigan (yoki sovutiladigan), puanson va matritsadan iborat bo‘lgan ochiladigan qolipdan.
5. Qolip bo‘shlig‘idan tayyor buyumni itarib chiqaruvchi moslamadan.
6. Tutashtiruvchi pressdan (u mexanik, gidravlik yoki boshqa press turi bo‘lishi mumkin).
7. Texnologik jarayonni boshqarish sistemasidan (suyuqlanma haroratini, qolip haroratini, purkash hajmini, purkash bosimini, sikl davomiyligi (vaqti) ni va boshqa texnologik ko‘rsatgichlarni aniqlab beruvchi apparatlardan).
8. Yordamchi apparatlardan (mexanik, gidravlik, pnevmatik va boshqa turdagi yuritmalardan).
9. Ishlash xavfsizligini ta‘minlovchi qurilmalardan (elektrik va mexanik muhosaralash (blokirovkalash) sistemasidan) va h.

Quyish mashinalari qolipni ochilish tekisligiga qarab, quyidagi **3 ta** guruhlarga bo‘linadi.

1. Gorizontall quyish mashinalari.
2. Vertikal quyish mashinalari.
3. Burchakli quyish mashinalari.

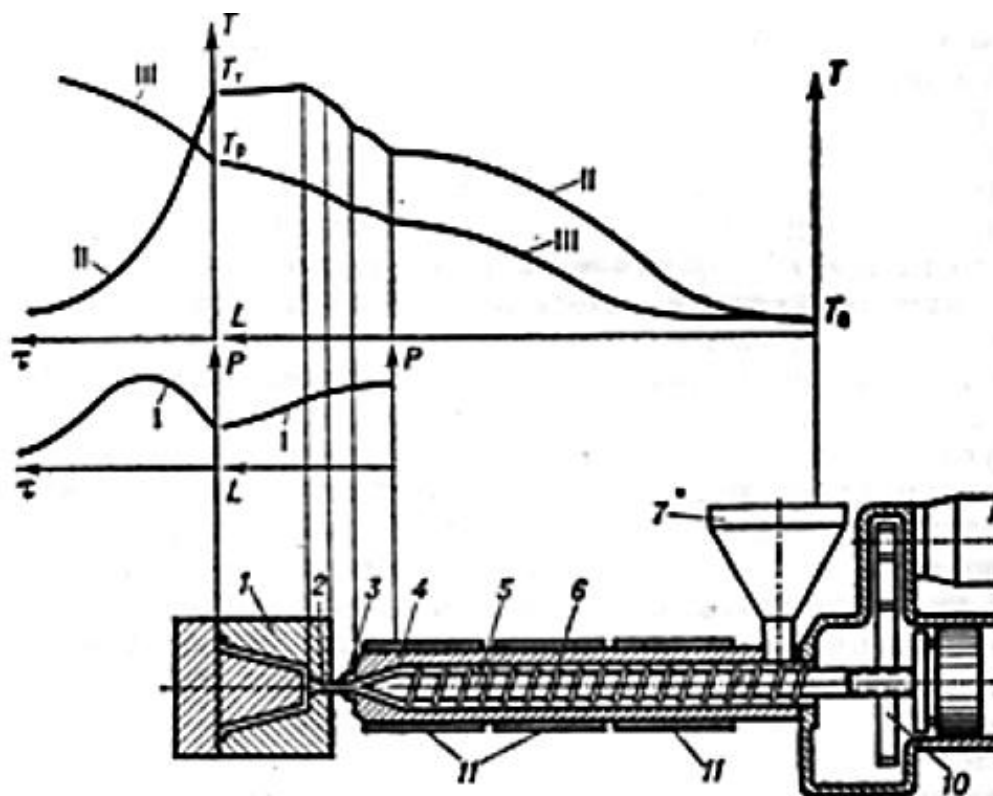
Press yopilishining yuritmasiga qarab, quyish mashinalari quyidagi **3 ta** guruhlarga bo‘linadi.

1. Mexanik quyish mashinalari.

2. Gidravlik quyish mashinalari.

3. Pnevmatik quyish mashinalari.

Qolipni birlashtirish uchun turli mexanik, gidravlik va gidromexanik qurilmalardan qo'llaniladi. Bosim ostida quyishda granulalangan yoki kukunsimon materiallardan qo'llaniladi. Material quyish mashinasining yuklash bunkeridan injeksion (plastikatsion) silindrga tushib, silindr tanasida o'rnatilgan elektr qizdirgich va material silindrda kuchli deformatsiyalanishi hamda ishqalanishi tufayli ajralib chiqadigan issiqlik hisobiga isitiladi va uni aylanuvchi shnek aralashtiradi. Termoplastlarni qayta ishlashda plastikatsion silindr materialning kimyoviy tarkibi va tizimiga qarab, **(200 – 350)°C gacha** isitilishi mumkin. Reaktoplastlarni va rezina qorishmalarini qayta ishlashda esa silindr **(80 – 120) °C gacha** isitiladi. Plastikatsiyalangan (suyuqlantirilgan) material shnek yoki porshen yordamida siqib chiqariladi va forsunka yordamida qolipga purkab beriladi. Termoplastlarning tabiatiga va olinadigan buyumga qo'yiladigan talablarga qarab, buyum **(20 – 40) °C gacha** (PE, PS uchun) yoki **(80 – 120) °C gacha** (PK va poliformaldegid uchun), yoki **(160 – 200) °C gacha** (rezina va reaktoplastlar uchun) sovutiladi. Material qolip bo'shlig'ida bosim ostida soviydi va qotib qoladi. Silindr ichida shnek yaratadigan bosimga nisbatan qolip ichida materialga ta'sir etuvchi bosim, mashina qismlaridagi isroflar tufayli, kichik bo'ladi. Qolipdagi bosim va uning qolip uzunligi bo'ylab taqsimlanishi qayta ishlanadigan materialning fizik – mexanik xossalariga, bosim ostida quyish rejimiga, olinadigan buyumning konfiguratsiyasi va o'lchamlariga bog'liq bo'ladi. Suyuqlanma qolipni to'ldirishi bilan qolipda bosim oshib boradi. Plastikatsion silindrdan materialning yangi porsiyasi kelib qo'shilishi tufayli, bosim oshadi va material qolipda zichlanadi. Buyum qolipda qotib qolgandan keyin, uning bosimi bir – oz pasayadi va buyumdagi kirishish pasayadi. Buyumning qolipda qotishi uning sirtidan boshlanadi. Termoplastlardan olinadigan buyumlar polimerning shishalanish haroratidan kichik haroratlarda sovutiladi va undan keyin, buyum qolipdan chiqarilib olinadi. Reaktoplastlarda esa, aksincha, harorat oshgan sari, ularning qotishi tezlashadi. Materialning qolipda qotib qolish tezligi uni qayta ishlash haroratiga, qolipning haroratiga, buyumning qalinligiga va materialning issiqlik fizik xossalariga bog'liq. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, bosim ostida quyishda bosimni rostlash buyum xossalarini kerakli darajada o'zgartirish imkonini beradi. SHakllangan buyumda yuz beradigan kirishishning **asosiy sababchisi** – qolipdagi bosimning pasayib borishidir.



SHnekli quyish mashinasining ko‘rinishi va unda uzunligiga hamda vaqtga qarab (qolipga suyuqlanmani purkab berilgandan keyin), bosim va harorat taqsimotining diagrammasi: I - bosim taqsimotining diagrammasi; II- termoplastlar uchun; III- reaktoplastlar uchun; 1– quyish qolipi; 2 – jo‘yakli vtulka; 3 – soplo; 4 – plastikatsiyalovchi silindr kallagi; 5 – shnek; 6 – plastikatsiyalovchi silindr; 7 – bunker; 8 – elektr yuritma; 9 – gidravlik silindr; 10 – uzatuvchi mexanizm; 11 – elektr qizdirgichlar.

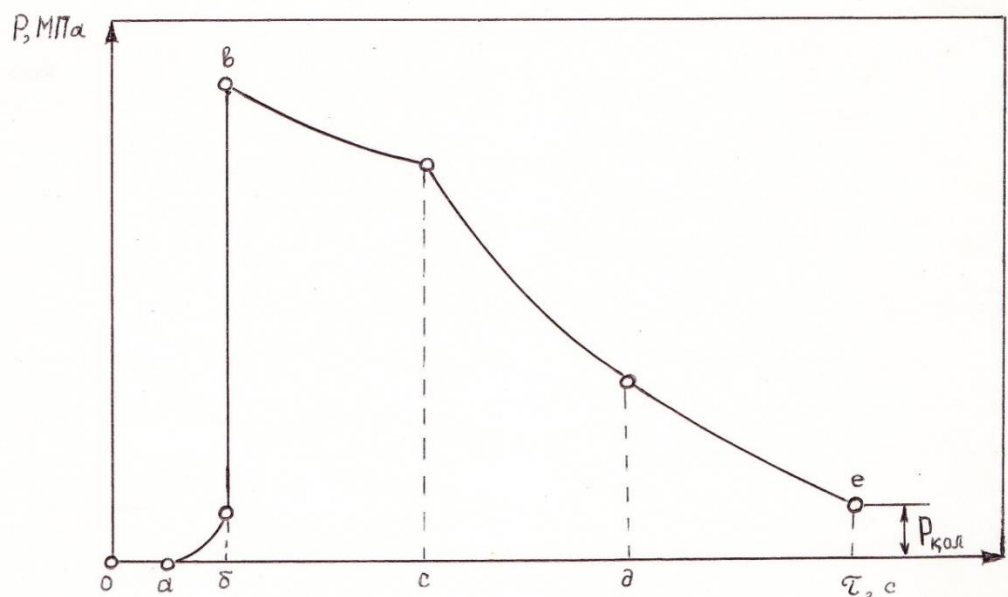
Bu hodisani qalin devorli buyumlarni sovutishda yaqqol kuzatish mumkin. Mana shu hodisani oldini olish uchun ikki tomondan bosim hosil qilishga imkon beradigan qoliplardan qo‘llaniladi: **bir tomondan**, shnek orqali bosim hosil qilinadi va **ikkinchi tomondan**, qolipni shtok va puanson orqali yopiluvchi mexanizm yordamida bosim hosil qilinadi. Ushbu usulga, **injeksion presslash** deb ataladi. Qayta ishlanadigan material plastkatsion silindrda tashqi qizdirgichlardan va shnekda ishqalanib plastkatsiyalash davomida ajralib chiqadigan issiqliklar hisobiga isiydi. Materialni qolipga purkab berishda soploneing tor kanallarida siljish deformatsiyasi hisobiga suyuqlanma yanada isiydi. Termoplastlarning qolipga oqishi paytida suyuqlanmaning harorati uncha sezilarli darajada o‘zgarmasligi mumkin, ammo reaktoplastlar va rezina qorishmalarning harorati oshib boradi, chunki ular sekinroq oqadi va oqish paytida qizdirilgan qolip devorlaridan isib oqadilar.

Bosim ostida quyish jarayonining texnologik ko'rsatgichlari quyidagilardan iborat.

1. Qayta ishlash harorati (suyuqlanmaning harorati).
2. Qolipning harorati.
3. Qayta ishlash bosimi (quyish bosimi).
4. Buyumning sovutish tezligi (bosim ostida ushlab turish davomiyligi (vaqti)).
5. Buyumni qolipda shakllanish davomiyligi (vaqti), ya'ni termoplastlarni sovutish tezligi, reaktoplastlarni qolipda qotish tezligi, rezina qorishmalarining vulqonlanish tezligi.

Buyumning qolipda shakllanish davomiyligi suyuqlanmaga ta'sir etuvchi harorat va bosimning vaqt davomida o'zgarishi bilan aniqlanadi. Quyidagi rasmda ish jarayonining diagrammasi keltirilgan. Unda quyish sikli qolipdagi bosimning o'zgarishiga qarab, alohida qismlarga bo'linadi. Diagrammaning **oa** qismi qolip material bilan to'lishi, uning yopilishi va quyish forsunkasi qolip kanaliga to'tashganini ifodalaydi. Bunda **bosim 0** ga teng bo'ladi. Suyuqlanma qolipga purkab beriladi. Qolipdagi bosim uncha katta emas, chunki u material bilan to'liq to'lgan emas. Bu holatni **ab** qism ifodalaydi. Qolip material bilan to'lgandan keyin, bosim keskin oshib, maksimal qiymatiga erishadi. Bu holatni **bv** qism ifodalaydi. Bosimni maksimal qiymatiga erishishi qolipning suyuqlanma bilan to'liq to'lganidan darak beradi, suyuqlanmaning qolipga kirishi to'xtab qoladi va shu bosim ostida material zichlanadi. Bu holatni **vs** qism ifodalaydi. Yuqori bosim ostida buyumni sovutilishi natijasida unda kirishish yuz beradi. Natijada bosim pasayadi. Bu holatni **sd** qism ifodalaydi. Ammo yuqori bosim ostida polimerning siqiluvchanligini va solishtirma hajmining kamayishini oldini olish uchun quyish kallagidan qolipga materialning ozgina miqdori qo'shiladi. Agar quyish kallagi konstruksiyasi purkash bosimining doimiyligini ta'minlasa, unda qolipdagi suyuqlanmaning soviyishi va kirishishi tufayli quyish kallagining plunjeri ilgarilma harakatlanib, qolipga suyuqlanmani qo'shimcha miqdorini siqib chiqaradi. Bu holatda qolipdagi suyuqlanmaning bosimi zichlanish bosqichida o'zgarmas bo'lib qoladi. Agar purkash oxirida quyish kallagining plunjeri oldingi holatni egallasa, unda zichlanish paytida bosimning pasayishi kuzatiladi. Quyish kallagidagi bosim va qolipdagi bosimlarning farqi hisobiga suyuqlanmaning qo'shimcha miqdori qolipga qo'shilishi mumkin. Quyish siklining keyingi

bosqichi – quyish porshenining teskari harakatlanishi hisoblanadi. Bu bosqichga, **sizish bosqichi** deb ataladi.



Qolipda suyuqlanma bosimining vaqtga qarab o'zgarishi (quyish siklining diagrammasi).

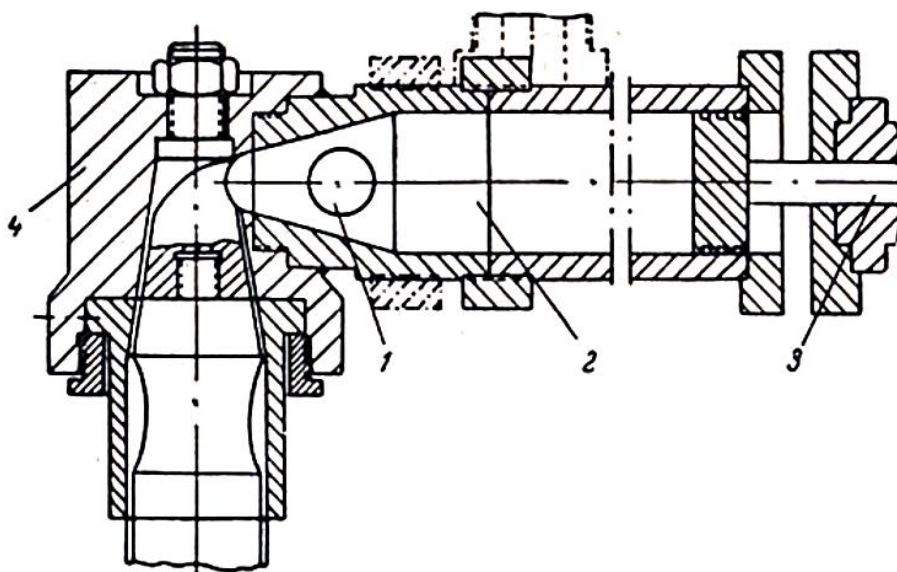
Odatda, sizishni katta o'lchamli buyumlarni shakllantirishda kuzatish mumkin, chunki quyish plunjeri teskari harakatlanganida, u to'liq qotishga ulgura olmaydi. Bu vaqtda silindrdagi bosim qolip ichidagi bosimdan kichik bo'lganligi tufayli, suyuqlanmaning bir qismi qolipdan oqib chiqadi. Natijada qolipdagi bosim pasayadi. SHunday quyish forsunkalari ham borki, ular teskari klapan bilan jihozlangan bo'lib, suyuqlanmani qolipdan oqishini, ya'ni sizib chiqishini oldini oladi. Qolipni ochilishini va shakllangan buyumni qolipdan chiqishini diagrammadagi **e** nuqta ifodalaydi. Bunda $R = O$ bo'ladi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, suyuqlanma soviganda, buyumda kirishish yuz beradi. Qolip ochilganda so'ng, unda ma'lum miqdorda qoldiq kuchlanish qoladi. U haddan tashqari katta bo'lmasligi kerak, aks holda, buyum qolip bo'shlig'idan chiqmasligi mumkin, sirtida esa tirqishcha va yorishmalar paydo bo'lishi mumkin. Natijada bunday buyumlardan foydalanib bo'lmaydi. Qolipni suyuqlanma bilan to'ldirish va buyumni sovutish jarayonlari tayyor buyumning barcha xossalriga kuchli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Buyumning mustahkamligi nafaqat materialning kimyoviy tarkibiga, balki ustmolekulyar tuzilmalarning o'lchamlari, turlari (lamella, sferolit, pachka, fibrilla va b.) ga va ularning birjinsligiga ham bog'liqdir. Ustmolekulyar tuzilmalarning tayyor buyumda shakllanishi qolipning harorati, bosim va buyumni sovutish tezligiga bog'liqdir. Polimer materialining suyuqlanish harorati kichik

bo'lsa, silindrda hosil bo'ladigan tiqinlar kalta bo'ladi va bosim isrofi pasayadi, ya'ni bosim kamroq pasayadi.

Materialni me'yorlash, plastikator va quyish kallagi, odatda, bitta umumiy blokda yig'ilgan bo'ladi va ushbu blokni **plastikator yoki quyish kallagi** deyiladi.

Plastikator – qayta ishlanadigan polimer granulalarni suyuqlantiruvchi qurilmadir. Plastikatorda suyuqlanma harorati kerakli darajada oshadi.

Material silindri va quyish kallagining ko'rinishi rasmda ko'rsatilgan.



Material silindri va quyish kallagining ko'rinishi: 1-chervyakli pressga ulanuvchi; 2-material silindri (yig'gich); 3-gidralik silindr; 4-burchak quvurli kallak.

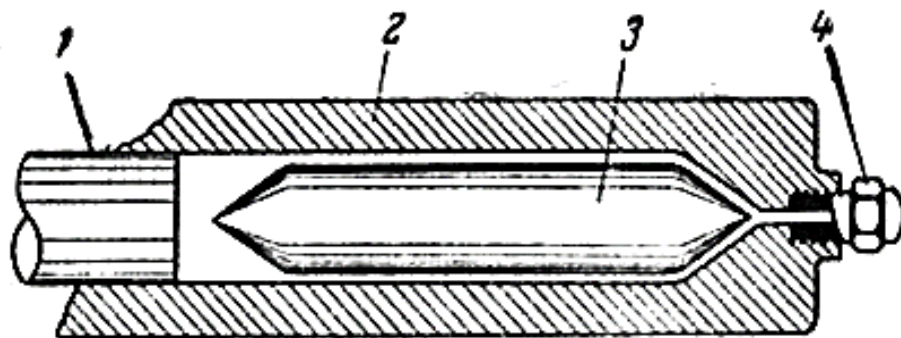
Barcha quyish mashinalari plastikatorining konstruksiyasi va o'rnatilishiga qarab, quyidagi **3 ta sinflarga** bo'linadi.

1. Plastikatori gorizontol o'rnatilgan quyish mashinalari.
2. Plastikatori vertikal o'rnatilgan quyish mashinalari.
3. Materialni oldindan plastikatsiyalanmaydigan quyish mashinalari.

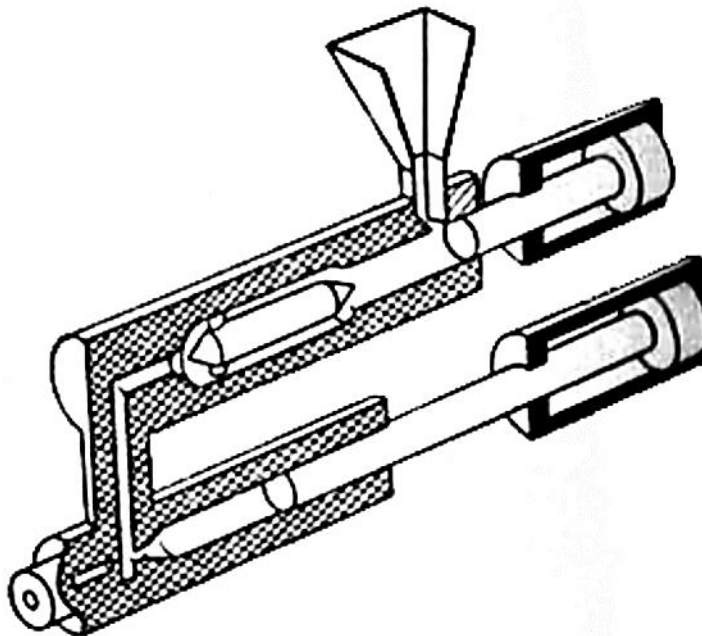
Barcha plastikatorlar asosiy elementining konstruksiyasiga qarab, **2 ta asosiy guruhlarga** bo'linadi.

1. Plunjerli plastikatorlar.
2. CHervyakli plastikatorlar.

Uzunligi diametriga nisbatan uzaytirilgan porshenga, plunjer deb ataladi. Plunjerli plastikatorda material silindr devorlaridan uzatiladigan issiqlik hisobiga isiydi. Plunjerli plastikatorlar bilan oddiy quyish mashinalari jihozlanadi. Ularning purkash hajmi (20–30) sm³ atrofida bo‘lib, kichik buyumlar olishda keng qo‘llaniladi. Isitiladigan yuza maydonini oshirish maqsadida plastikatorning qizdirish kamerasida maxsus moslama – torpeda o‘rnatiladi. Torpeda-bu siqish mintaqasi uzaytirilgan (o‘ram hajmi o‘zgaruvchan) va nisbatan tor (kalta) me‘yorlash mintaqasidan iborat bo‘lgan chervyakdir. Torpedadagi kesiklar (o‘yiqalar) va taramlar siljish deformatsiyasini oshiradi va aralashtirish samaradorligini kuchaytiradi. Torpeda materialni aralashtirish va yaxshi isitish imkonini beradi. Torpedaga ko‘pgina holatlarda metall ustunlar orqali issiqlik beriladi. Torpeda ushbu ustunlar bilan qobiqqa biriktiriladi. Ammo ba’zi bir holatlarda torpedaning o‘zida qo‘shimcha patronli qizdirgichlar o‘rnatiladi. Ba’zi bir plunjerli quyish mashinalarida plastikator va quyish silindri bir – biridan ajratilgan bo‘ladi. Bunday quyish kallaklarda shakllangan buyumning soviyishi davom etganda, materialning plastikatsiyalanishi amalga oshiriladi. Bunda tayyor suyuqlanma plastikatoridan quyish silindriga tushib, quyish plunjerini orqaga itaradi. Plunjerli quyish kallaklarda suyuqlanmaga kamera devorlaridan issiqlik uzatilishi tufayli, bunday plastikatorlar suyuqlanmani bir tekis yuqori haroratini ta’minlab berolmaydi, chunki barcha holatlarda issiqlik oqimini yaratish uchun haroratlar farqi zarur bo‘ladi.

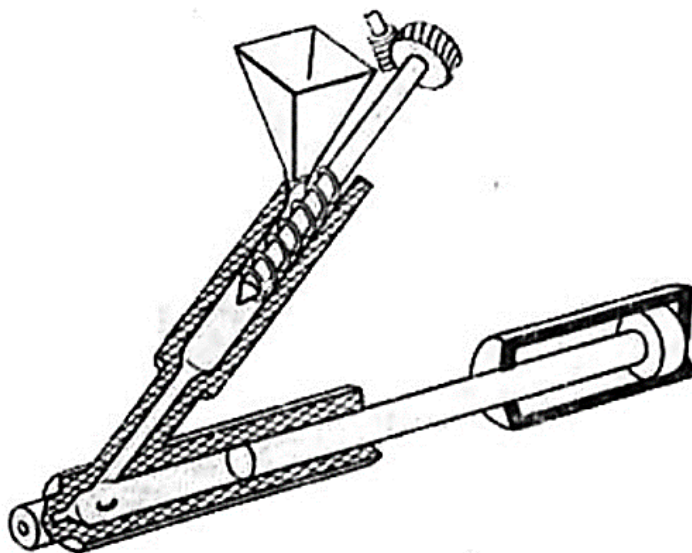


Quyish mashinasi plunjerli plastikatorining ko‘rinishi: 1 - porshen; 2 – silindr; 3 – torpeda; 4 – quyish forsunkasi.

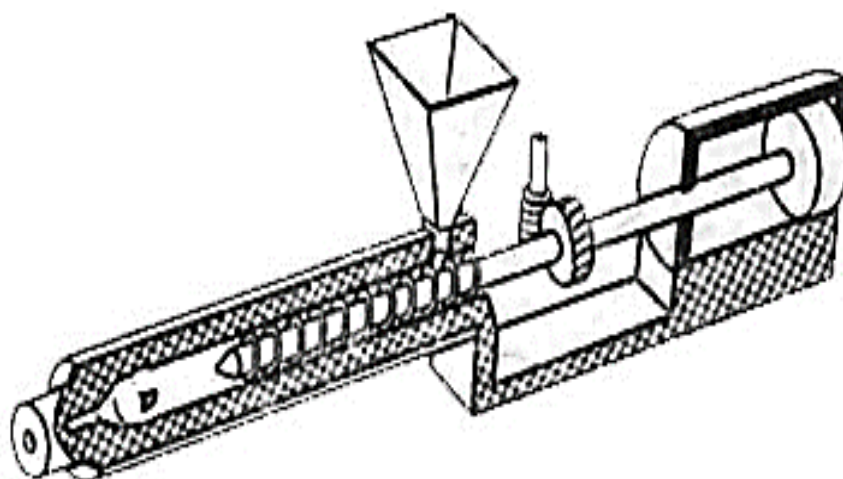


Plastikator va quyish silindri ajratilgan plunjerli quyish kallagining ko‘rinishi.

Ushbu **quyish kallagining assosiy kamchiligi** shundan iboratki, suyuqlanmani purkash davomida, uning harorati va bosimini rostlash qiyin. Plunjerli plastikatorlarning **ikkinchi kamchiligi** polimer suyuqlanmalarning harorat o‘tkazuvchanligini kichikligi natijasidir. SHuning uchun plastikatsiyalash samaradorligini oshirishning yagona yo‘li – plastikatorda suyuqlanmani turish davomiyligi (vaqti) ni iloji boricha kamaytirishdir. Materialni chervyakda plastikatsiyalash (suyuqlantirish) ni amalga oshiruvchi quyish kallaklariga, **chervyakli quyish kallaklari** deb ataladi. Ularda chervyak plastikator vazifasini bajaradi, porshen esa suyuqlanmani qolipga purkab beradi. Hozirgi paytda yangi chervyakli plastikatorlar yaratilgan bo‘lib, quyish mashinalarida plastikatsiyalash va suyuqlanmani qolipga purkab berish jarayonlari birgalikda amalga oshiriladi. Ularda chervyak nafaqat o‘z o‘qi atrofiga aylanadi, balki ham ilgarilanma va ham teskari harakatlanadi. CHervyakning o‘z o‘qi bo‘ylab harakatlanishi tufayli, u suyuqlanmani qolipga purkab beradi.



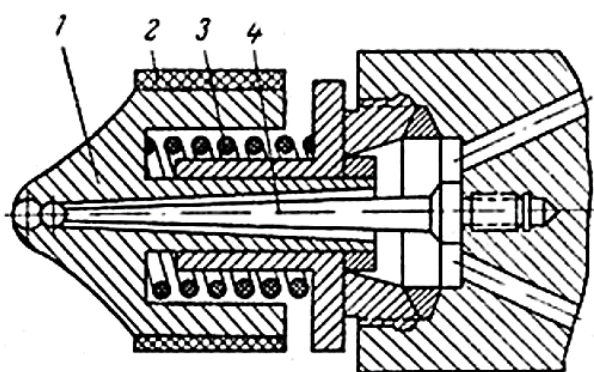
CHervyakli plastikatori va plunjerli quyish moslamasi ajratilgan quyish kallagining ko‘rinishi.



CHervyakli o‘z o‘qi bo‘ylab harakatlanuvchi plastikatorning ko‘rinishi.

So‘ngra, materialning qolipda qotishi davomida, chervyak aylanib, materialni kamera bo‘shlig‘ining old qismiga siqib beradi va bir vaqtning o‘zida orqaga harakatlanadi. CHervyakning aylanib harakatlanishi tufayli ichki ishqalanishlar hisobiga nihoyatda katta miqdorda issiqlik ajralib chiqadi. SHuning uchun chervyakli plastikatorlarning ishlash samaradorligi paunjerli plastikatorlarga qaraganda, **yuqori bo‘ladi**, chunki materialga issiqlikning ko‘p miqdori ichki ishqalanishlar ishi hisobiga beriladi.

Bir vaqtning o'zida chervyak plunjer rolini bajarilishi tufayli, suyuqlanmalari uncha yuqori qovushqoqlikka ega bo'lmagan termoplastlar (PE, PP, PA – lar) ni qayta ishlashda, ularni qolipga purkab berish paytida rivojlanadigan bosim ta'sirida suyuqlanma nafaqat qolipga siqiladi, balki u chervyakning vintli kanalida teskari harakatlanadi. Suyuqlanmaning bunday teskari oqishi me'yorlash sharoitiga va buyumning shakllanishiga kuchli salbiy ta'sir ko'rsatadi. Suyuqlanmani teskari oqishini oldini olish uchun plastikator chervyakining oxirida teskari klapan o'rnatiladi.



Berkituvchi quyish forsunkasining ko'rinishi: 1-korpus; 2 –qizdirgich; 3 – prujina; 5 – berkituvchi klapan.

Bu klapan suyuqlanmaning bosimi ta'sirida ochiladi va suyuqlanmani chervyak orqaga harakatlenganda, hosil bo'lgan bo'shliqqa o'tqazib yuboradi.

Ichki ishqalanishlar tufayli ajralib chiqadigan issiqlik ta'sirida material isiydi. Uning kattaligi chervyakdan chiqish bosimiga kuchli bog'liqdir. SHuning uchun chervyakli plastikatsion quyish kallaklarda o'rnatilgan forsunkalar hamma vaqt berkituvchi klapan bilan ta'minlanadi. Bu klapan faqatgina forsunkani quyish vtulkasiga siquvchi bosim ta'sirida purkash paytida ochiladi. Berkituvchi klapanli forsunkaning sxemasi ko'rsatilgan.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, chervyakli plastikatorli quyish kallagi bir chervyakli ekstruderga o'xshaydi. Ammo uning **asosiy farqi** shundaki, plastikatsiyalanuvchi material chervyakning oldiga yig'ilib, uni orqaga siljitadi. SHunig uchun bitta sikl jarayonida chervyakning samarali uzunligi o'zgarib turadi.

Hozirgi plastikatorlarda chervyakning nisbiy uzunligi $L/D = 20 : 1$ dan $24 : 1$ gacha bo'lishi mumkin. SHuni ham e'tiborga olish kerakki, suyuqlanmani isitish

va gomogenlash sifati teskari bosimga kuchli bog‘liqdir. Bu bosimni gidrotsilindr porsheni o‘q bo‘ylab harakatlanishida hosil qiladi. Bu bosimni shunday tanlash kerakki, plastikatsiyalash paytida suyuqlanmaning chervyakdan chiqish bosimi **35 MPa** dan oshmasin.

Quyidagi jadvalda bir qator termoplastlar uchun tavsiya etilgan plastikatsiyalash bosimlari va haroratlari keltirilgan.

Termoplastlarning plastikatsiyalash bosimlari va haroratlari

Termoplast	Bosim, MPa	Harorat, °S
PA	20 – 25	232 – 246
PP	20 – 30	232 – 246
PS	7 – 18	218 – 232
ABS sopolimeri	3,5 – 7,0	204 – 232
PA – 66	3,5 <	266 – 277

SHuni ham e‘tiborga olish kerakki, suyuqlanish va me‘yorlash mintaqalarida harorat yuqoridagi haroratlardan (**28 – 56**) °C da kichik bo‘ladi. Bundan tashqari, chervyakning aylanish chastotasi qayta ishlanadigan materialning turiga qarab, tanlab olinadi. CHervyakining diametri **63 mm** ni tashkil etgan quyish mashinalari uchun uning aylanish chastotasi **20^{ayl/daq}** dan **180^{ayl/daq}** gacha o‘zgarishi mumkin. Issiqlik o‘zgarishiga sezgir termoplastlar (masalan, PVX) ni qayta ishlashda chervyakning aylanish chastotasi **20^{ayl/daq}**, PE, PA – 66 va ABS sopolimerlari uchun esa **180^{ayl/daq}** ni tashkil etadi.

Polimerlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlash va ulardan sifatli, mustahkam va ishga chidamli buyumlar olish uchun, avvalombor, ularning turiga, suyuqlanish va parchalanish haroratlari, shuningdek, qayta ishlash haroratlari oralig‘iga katta e‘tibor beriladi.

Quyidagi jadvalda termoplastlar guruhiga mansub bo‘lgan bir kator polimer materiallarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlash uchun ularning oquvchanlik haroratlar (**T_o**), isiqqa chidamlilik haroratlari, qayta ishlash haroratlari oralig‘i va quyish jarayonida parchalanish haroratlari keltirilgan.

Odatda, amorf polimerlar suyuqlanmasining harorati ularning shishalanish haroratidan **(100-150)⁰C** ga yuqori bo‘ladi. Kristall polimerlar suyuqlanmasining harorati esa, ularning yumshayish haroratidan yuqori bo‘ladi, ammo destruksiyanish (parchalanish) haroratidan **(30-40)⁰C** ga kichik bo‘lishi tavsiya etiladi.

Termoplastlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlash uchun ularning oquvchanlik haroratlari (T_o), isiqqa chidamlilik haroratlari, qayta ishlash haroratlari oralig‘i va quyish jarayonida parchalanish haroratlari

Termoplastlar	T _o , °C	Issiqqa chidamliligi, T, °C	Qayta ishlash haroratlari oralig‘i, °C		Parchalanish, T, °C
			Nazariy	Amalda	
ZYUPE	135	320	135 - 320	220 - 280	295
PS	100	310	100 – 310	170 – 250	280
PVX	85	170	85 – 170	170 – 190	-
PP	175	300	175 – 300	200 – 300	275
PA – 6	225	360	225 – 360	230 – 290	300
PETF	255	380	255 – 380	260 – 280	300

Harorat oshishi bilan suyuqlanmaning qovushqoqligi va isiqqa chidamliligi pasayadi. SHuning uchun plastikatsion silindrda materialni qayta ishlash haroratlari oralig‘i suyuqlanmaning isiqqa chidamlilik haroratidan kichik bo‘ladi

Purkash jarayonida suyuqlanmaning harorati (T_{suyuq.}) qovushqoq okim energiyasining tarqalishi (dissipatsiyasi) tufayli soplone harorati (T_{soplo}) dan yuqori bo‘ladi:

$$T_{\text{суюқл}} = T_{\text{сопло}} + \frac{\sum \Delta P_{\text{сопло}} + \sum \Delta P_{\text{қ.қ}}}{C_p \cdot \rho_{\text{суюқл}}}$$

Quyidagi jadvalda esa, poliolefinlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashning texnologik ko‘rsatgichlari keltirilgan. Suyuqlanmaning ortiqcha qizish darajasi soplo ($\sum \Delta P_{\text{сопло}}$) va quyish kanallari ($\sum \Delta P_{\text{қ.қ}}$) sistemasidagi bosimlar isrofining yig‘indisiga to‘g‘ri proporsional bo‘lib, polimerning solishtirma issiqlik

sig'imi (S_r) va suyuqlanma zichligi ($\rho_{\text{суюқл}}$) ning ko'paytmasiga teskari proporsionaldir. Suyuqlanmani purkab beriladigan jo'yak (litnik) dan uzoklashgani sari, qolipning ichki bo'shlig'idagi bosim pasayib boradi.

2. Suyuqlanmaning harorati qolipning haroratidan katta bo'lganligi sababli, suyuqlanma oqish davomida qolip devorlari orqali soviy boshlaydi. Natijada qolip devorida qattiq yupqa parda hosil bo'ladi. Pardaning qalinligi suyuqlanma okadigan jo'yak yaqinida o'zgarmas bo'lishi mumkin, chunki qolipga kirayotgan suyuqlanmaning harorati baland bo'ladi. Ammo jo'yakdan uzoqlashgan sari, suyuqlanma soviy boshlaydi va qolip devoridagi pardaning qalinligi ham oshib boradi.

Poliolefinlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashning texnologik ko'rsatkichlari

Texnologik ko'rsatkichlar	ZPPE	ZYUPE	PP
	SOK = 5 g/10daq.gacha	SOK = 15 g/10daq.gacha	SOK = 3-10g/10daq.
Quyish T, °C	150 – 170	200 – 280	200 – 280
Qolipning T, °C	20 – 60	40 – 70	40 – 70
Quyish R, Mpa	100	90 – 120	80 - 140

3. Agar suyuqlanma oqayotgan yo'nalishda to'siqlar (masalan, qolipga qo'yilgan metallar, belgilar, chiqiqlar) o'rnatilgan bo'lsa, unda suyuqlanma turli oqimchalarga bo'linadi va keyinchalik ular o'zaro birlashib, tutashgan chegarada chok hosil qiladi.

SHuni e'tiborga olish kerakki, kuyma buyumlarda nuqsonlarga boy bo'lgan xavfli chokning hosil bo'lishi salbiy holatdir, chunki chokning mustahkamligi, odatda, yaxlit kuyma buyumning mustahkamligidan kichik bo'ladi.

Suyuqlanma yuqori bosim ostida qolipga pukab berilganda, makromolekulalar ta'sir etuvchi kuch yo'nalishiga orientirlanadi va qo'shimcha harorat hosil bo'ladi. Suyuqlanma qolipda soviy boshlaganda, uning zichligi oshib, hajmi kamayadi. SHuning uchun qolipga quyish sistemasi orqali qo'shimcha suyuqlanma uzatilib,

bosim doimiy saqlab turiladi. Buyum bosim ostida qancha ko‘prok ushlansa, tayyor quyma buyumda kirishish shunchalik kam bo‘ladi. Demak, kirishish jarayoni jo‘yakning o‘lchamiga, qolipdagi suyuqlanmaning haroratiga va polimerning issiqlik fizik xossalariga bog‘liq bo‘ladi.

4. Buyumni qolipda to‘liq shakllanishi uchun uni sovutish davomiyligi (vaqti) alohida ahamiyatga ega. Buyumning shakli (konfiguratsiyasi), uning deformatsiyalanishi, ustmolekulyar tuzilmalarning shakllanishi, ularning o‘lchamlari va buyum hajmida taqsimlanishi, buyumda kirishish yuz berishi buyumning sovutish bosqichiga va uning davomiyligiga bog‘liqdir.

Sovutish jarayoni oxiriga etgandan so‘ng, qolip avtomatik ravishda ochiladi. Odatda, quyish qolipi **2 qismdan: harakatlanuvchi qism va silindrga biriktirilgan qismdan** iborat bo‘ladi. Qolipning har ikkala qismlari tutashgan joyida ortiqcha material (suyuqlanma) sizib chiqqan bo‘ladi. Mana shu qotib qolgan ortiqcha material buyum bilan birga qolipdan chiqadi. Qolipning harakatlanuvchi qismi buyum bilan birga chapga siljiydi va buyum maxsus turtkich yordamida chiqarib olinadi. Ayrim paytlarda esa, qolipga suyuqlanmaning adgeziyasini kamaytirish maqsadida qolip bo‘shlig‘i moylovchi moddalar bilan ishlov beriladi, ya‘ni ular surtiladi yoki qolipga purkaladi. Tayyor kuyma buyumning xossalariga (zichligiga, ichki kuchlanishlar darajasiga, materialning tizimiga (amorf yoki kristall), buyumning tashqi ko‘rinishiga (jilosiz, xira, toblangan yoki kiyshalganligiga), mustahkamligiga, deformatsiyasiga, bikrligi va qattiqligiga, buyumni ishlatish davomida o‘lchamlarining o‘zgarishiga qayta ishlash texnologik ko‘rsatgichlari kuchli ta’sir ko‘rsatadi.

Quyish mashinalarining ishlash samaradorligi **G** quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$G = \frac{3,6 \cdot q}{\tau_{\text{u}}}$$

bu erda **q** - kuyma buyumning massasi, **kg**;

τ_{u} - quyish siklining davomiyligi (kuyma buyumni olishga sarflangan vaqt), **soat**.

YUqorida keltirilgan tenglamadan **kelib chiqadigan asosiy xulosa** shuki, mashinaning ishlash samaradorligi quyma buyumni olishga sarflangan vaqt (sikl davomiyligi) ga teskari proporsionaldir. YA‘ni, sikl davomiyligi oshganda, mashinaning ishlash samaradorligi pasayadi.

Sikl davomiyligiga harorat kuchli ta'sir ko'rsatadi. Quyish jarayoni past haroratlarda amalga oshirilsa, mashinaning ishlash samaradorligi pasayadi.

Sikl davomiyligi τ_{u} ni quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:

$$\tau_{\text{u}} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5$$

bu erda τ_1 - qolipni yopilish davomiyligi (vaqti), s ;

τ_2 - soplani qolipga yaqinrok keltirish va suyuqlanmani qolipga purkab berish davomiyligi (vaqti), s ;

τ_3 - qolipni bosim ostida ushlab turish davomiyligi (vaqti), s ;

τ_4 - qolipni bosimsiz ushlab turish davomiyligi (vaqti), s ;

τ_5 - qolipni ochilish davomiyligi (vaqti), s .

Suyuqlanmani soviyishi uni qolipga purkab berish paytidan boshlanadi. Buyumni sovutish davomiyligi (vaqti) τ_{cob} ni quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:

$$\tau_{\text{cob}} = \tau_3 + \tau_4$$

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, τ_1 va τ_5 ning qiymatlari uncha katta emas, ammo τ_2 ning qiymati buyumni sovutish vaqtining 10-15 % ni tashkil etishi mumkin.

Termoplastlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashning maqbul texnologik ko'rsatgichlari

Quyidagi termoplastlar bosim ostida quyish usulida qayta ishlanadi: ZPPE, ZYUPE, PP, PS, PK, PF, PMMA, PA, PVX (viniplast) va h. Ularning maqbul qayta ishlash ko'rsatgichlari, shuningdek, buyumda yuz beradigan kirishish kattaligi quyidagi 9.4-jadvalga ko'rsatilgan. Avvalambor, shuni alohida ta'kidlash kerakki, ZPPE, ZYUPE, PP va ular asosida olinadigan kompozitsiyalar gidrofob (namlikni shimib olmaydigan) materiallar bo'lib, ular amorf va kristall tizimlardan tashkil topgan. PE bosim ostida quyish usulida yaxshi qayta ishlanadi. PE ning turlariga qarab, uni (170 – 285) °C da qayta ishlash mumkin. Ammo uning maqbul qayta ishlash harorati (200 – 230) °C ni tashkil etadi. Harorat oshgan sari, uning qovushqoqligi pasayib, oquvchanligi oshadi. PE ni qolipda sovutilganda, u kristallanadi. Uning kristallik darajasi tayyor buyumning mustahkamligiga,

qattiqligiga va deformatsiyalanishiga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Agar yuqori elastik va zichligi kichik buyum olish kerak bo'lsa, unda buyumni tez sovutish kerak. Bunda kristallik darajasi pasayadi. Aksincha, yuqori zichlik va kristallik darajasiga ega bo'lgan buyum olish kerak bo'lsa, unda buyumni qolipda sekin sovutish kerak. Bunda buyumning parchalanish paytidagi nisbiy cho'zilish deformatsiyasi pasayib, mexanik mustahkamligi oshadi. PP dan bosim ostida quyish usulida yupqa devorli buyumlar olinadi. Uning maqbul qayta ishlash harorati (**180 – 245**) °C ni tashkil etadi. Undan qalin devorli va murakkab konfiguratsiyali buyumlar olish mumkin, ammo tayyor buyumni qolipdan chiqarib olgandan keyin, u deformatsiyalanishi (qiyshayib qolish) mumkin.

Termoplastlarni bosim ostida qayta ishlash bosimi, qolipning harorati va buyumning kirishishi

Materil	Purkash bosimi, MPa	Qolipning harorati °C	Kirishish, %
ZPPE	50 – 100	40 – 70	1,0 – 3,0
ZYUPE	90 – 110	20 – 60	1,0 – 3,0
PP	80 – 140	40 – 70	1,0 – 2,5
PS	40 – 60	20 – 40	0,2 – 0,5
ZCHPS	60 – 100	55 – 65	0,2 – 0,5
PF	80 – 120	65 – 75*	1,5 – 3,5
PK	80 – 120	–	0,5 – 0,8
Poliakrilatlar	80 – 150	45 – 65	≤ 1,5
Plastifikatsiyalangan PVX	50 – 90	20 – 60	≤ 1,0
Bikr PVX	80 – 150	40 – 50 **	0,4 – 0,7
PA lar	80 – 100	60 – 120	~ 2,0

Izoh: * – PF ning ba'zi bir turlari uchun (**90 – 120**) °C ni tashkil etishi mumkin; ** – bikr PVX ning ba'zi bir turlari uchun (**70 – 80**) °C ni tashkil etishi mumkin.

Bunday buyumlarni olishda suyuqlanma haroratini emas, balki purkash bosimini oshirish kerak. Chunki PP suyuqlanmasining qovushqoqligi haroratga nisbatan siljish tezligining gradientiga ko'proq bog'liqdir. Bundan tashqari, PP material qalinligiga kirishib boradigan tirqishchalar hosil qilishga moyil bo'ladi. SHuning uchun buyumni qolipda iloji boricha yuqori bosim ostida sovutish maqsadga muvofiqdir. Avvalambor, shuni eslatib o'tish kerakki, PS, PK, poliakrilat va polimetilmetakrilatlar organik shishalar nomi bilan yuritiladi. Ular amorf tizimga ega bo'lib, shishasimon holatda bo'ladilar. PS ni **(150 – 250) °C** da qayta ishlash mumkin. Bu haroratlar oralig'ida u yaxshi oquvchanlikka ega bo'ladi. PS ni oldindan qizdirib olish shart emas, ammo yuklash bunkerida **(50 – 70) °C** da isitilishi qayta ishlash mashinasining ishlash samaradorligini va buyum sifatini oshirishga imkon beradi. PS dan olingan buyumlar tashqi mikroyorishma va tirqishchalarga nihoyatda sezgir bo'ladi. SHuning uchun PS tarkibiga **(5 – 10) %** kauchuklardan qo'shib, zarbaga chidamli PS olinadi. PS va ZCHPS dan asosan muzlatgichlarda (tuxum va sarig'yog' saqlaydigan fleyka va quttichalar ishlab chiqarishda), tibbiyotda va elektrotexnikada asbob – uskunalarni shisha bilan jihozlashda ko'proq qo'llaniladi. Bundan tashqari, PS ga nafaqat chervyakli mashinalarda, balki porshenli mashinalarda ham yaxshi qayta ishlov berish mumkin. PK ning maqbul qayta ishlash harorati **(240 – 275) °C** ni tashkil etadi. Ushbu haroratlar oralig'ida u issiqqa chidamli bo'lib, yuqori qovushqoqlikka ega. Molekulyar massasi kichik PK dan buyum olishda quyish haroratini oshirish buyumning mustahkamligini va parchalanish paytidagi nisbiy deformatsiyasini pasaytiradi. SHuning uchun aniq o'lchamlarga ega bo'lgan murakkab konfiguratsiyali buyumlar olishda suyuqlanma haroratini pasaytirish, qolip haroratini esa **100 °C** dan pasaytirmaslik kerak. Agar xom – ashyo zich o'ralgan holda saqlangan bo'lsa, uni qayta ishlashdan oldin **(70 – 75) °C** da **(4 – 6) soat** va agar namligi yuqori bo'lsa, unda **(120 – 130) °C** da **(10 – 20) soat** quritish maqsadga muvofiqdir. PK ning namligi **0,05 %** dan oshmasligi kerak. Poliakrilatlar va polimetakrilatlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlash qiyinroq, chunki ularning yumshash va parchalanish haroratlari orasidagi farq uncha katta emas. Ularning maqbul qayta ishlash haroratlari **(180 – 220) °C** ni tashkil etadi. Ularning suyuqlanmalari nihoyatda yuqori qovushqoqlikka ega bo'lib, haroratning o'zgarishiga sezgirdir. SHuning uchun plastikatsiyalash haroratini aniq saqlash kerak. Ularni sovutishda qovushqoqliklari tez oshib boradi, shuning uchun qolipni material bilan to'ldirish uchun bosim katta bo'lishi kerak. Buyumdagi ichki kuchlanishlarni kamaytirish uchun uni **(75 – 85) °C da termoshkafda 2 soat saqlash**, ya'ni termik ishlov berish maqsadga muvofiqdir.

PVX asosida olingan viniplastning issiqlik o'tkazuvchanligi past va uning suyuqlanish va parchalanish haroratlari orasidagi farq uncha katta emas. SHuning uchun uni bosim ostida quyish usulida qayta ishlash qiyin. Uning maqbul qayta ishlash harorati (150 – 170) °C ni tashkil etadi. Bundan tashqari, viniplastning parchalanishi jarayonida HCl ajralib chiqadi va u qayta ishlash qurilmalarini emirilishini tezlashtiradi. Parchalanishning ekzotermik reaksiyasi kerakli harorat rejimini saqlashga imkon berolmaydi. Biki PVX ni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashda purkash tezligi iloji boricha yuqori bo'lishi maqsadga muvofiqdir. Poliformaldegid yuqori haroratlarga sezgir material bo'lib, uning maqbul qayta ishlash harorati (160 – 180) °C ni tashkil etadi. Uning yuqori haroratlarda ta'sirida qolish davomiyligi cheklangan, chunki bunda buyumning rangi o'zgarib, zaharli gaz – formaldegid bug'lari ajralib chiqadi. Suyuqlanmasi yuqori qovushqoqlikka ega bo'lib, kam oquvchadir. SHuning uchun qolipni to'ldirishda purkash tezligi katta bo'lishi kerak. PF dan olingan buyumlar yuqori haroratlarda yaxshi mexanik xossalarga ega. Buyumni issiq holatida qolipdan chiqarib olish mumkin. Poliamidlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashdan oldin (70 – 80) °C da termoshkafda (4 – 5) soat quritiladi, chunki ular gidrofil (namlikni shimib oluvchi) polimerlardir. Ularning material silindrida turish davomiyligi cheklangan, chunki ular 80 °C dan yuqori haroratlarda oksidlanadilar. PA suyuqlanmalarining qovushqoqligi past, shuning uchun ulardan murakkab konfiguratsiyali buyumlar olishda keng qo'llaniladi. Quyish mashinasi soplosidan materialning o'z – o'zidan oqib chiqishini oldini olish uchun soplo berkituvchi klapan bilan ta'minlanadi. PA – larni maqbul qayta ishlash haroratlari 200 – 240 °C ni tashkil etadi.

Termoplastlarni bosim ostida quyishda kechadigan fizik – kimyoviy jarayonlar

Termoplastlarni bosim ostida quyishda quyidagi fizik – kimyoviy jarayonlar kechishi mumkin.

1. Makromolekulalar oqish yo'nalishiga qarab orientirlanishi mumkin va natijada buyum xossalarining anizotropiysi paydo bo'ladi.

2. SHakllangan buyumda ichki qoldiq kuchlanishlar paydo bo'lishi mumkin.

3. Buyumda kirishish yuz berishi mumkin.

Ma'lumki, quyish mashinasining material silindrida granulalar suyuqlanib, qovushqoq – oquvchan holatga o'tadi. Soplo orqali yuqori tezlik bilan oqayotganda, siljish deformatsiyasi tufayli suyuqlanmaning harorati oshib, gomogenlanish jarayoni oxiriga etadi. SHu bilan birga soploda makromolekulalar va

ustmolekulyar tuzilmalar orientirlanadi va bu jarayon suyuqlanma quyish qolipiga oqayotganda davom etadi. Qolip to'lganda makromolekulalar material oqimining harakatlanish yo'nalishiga orientirlanadi. Agar qolip bo'shlig'ining kesimi yoki quyish kanalining kesimi kichik bo'lsa, quyish bosimi oshib, qolipni to'ldirish tezligi oshadi. Natijada siljish kuchlanishi oshib, uning ta'sirida makromolekulalarning orientirlanish darajasi oshib boradi. Makromolekulalarning orientirlanishi buyum mustahkamligini orientatsiya yo'nalishiga oshiradi. Agar qolip bo'shlig'ining kesimi yoki quyish kanalining kesimi **1 mm² dan katta bo'lsa**, oqish yo'nalishiga teskari orientatsion kuchlanishlar paydo bo'lib, buyumda materialning ikki o'q bo'ylab (ikki tomonlama) orientirlanishi kuzatiladi. Bunda qolip teshigiga kirishdan uzoqlashgan sari, orientirlanish darajasi pasayib boradi. Natijada oqish yo'nalishida buyum xossalarning anizotropligi kuzatiladi, ya'ni, suyuqlanmaning oqishi yo'nalishida buyumning mustahkamligi oshib, unga teskari yo'nalishida mustahkamlik pasayadi. SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, quyma buyumlarni qolipda yuqori haroratlarda (suyuqlanish haroratiga yaqinroq haroratlarda) termik ishlov berilganda, ularning mustahkamligi presslangan buyumlarning mustahkamligiga tenglashishi mumkin. Bunda makromolekulalarning orientirlanish darajasi keskin pasayib, buyum izotrop xossalarga ega bo'ladi.

SHakllangan quyma buyumlarda quyidagi holatlarda ichki qoldiq kuchlanishlar paydo bo'lishi mumkin.

1. Buyumning bo'ylama va ko'ndalang kesim yuzasida makromolekulalarning orientirlanish darajasi har xil bo'lishi mumkin. Bu esa buyumda ichki qoldiq kuchlanishlarning paydo bo'lishiga sababchi bo'ladi. Ushbu kuchlanishlarning xavfliligi shundaki, ularning ta'sirida buyum deformatsiyalanib, qiyshayib qolishi mumkin, sirtida tirqishcha va mikroyorishmalar paydo bo'lishi mumkin. Bunday buyumlardan foydalanib bo'lmaydi.

2. Buyumning sirti va ichki qatlamlari turli tezlikda soviydi. Bu esa buyumda ichki qoldiq kuchlanishlarning paydo bo'lishiga sababchi bo'ladi.

Suyuqlanma qolipning sovuq devorlariga tegishi bilanoq, uning sirti tez qotib qoladi, ammo uning ichki qatlamlarida harorat balandligicha qoladi. Natijada buyumning ichki qatlamlarida relaksatsiya va tizim hosil qilish jarayonlari to'liq kechishga ulguradi. Buning asosiy sababi – polimerning issiqlik o'tkazuvchanligi va harorat o'tkazuvchanligining pastligidadir. Odatda, quyma buyumlarning yuza qatlamlari kichik amorf yoki kristall tuzilmalardan iborat bo'ladi. Uning markaziy qatlamlarida esa kristall tuzilmalarning o'lchami kattaroq va kristallik darajasi

yuqori bo‘ladi. Bu esa buyumda termik kuchlanishlarni paydo bo‘lishiga va tizimning bir jinslimasligiga olib keladi. Ular buyumning barcha xossalariga, shu jumladan, mustahkamligiga kuchli salbiy ta’sir ko‘rsatilishi mumkin. Tayyor buyumning o‘lchamlari va konfiguratsiyasini o‘zgartirmasdan orientatsion kuchlanishlarni kamaytirib bo‘lmaydi. Quyish qolipining maqbul loyihasini ishlab chiqish va, xususan, quyish rejimini to‘g‘ri tanlash yo‘li bilan orientatsion kuchlanishlarni bartaraf etish mumkin. Bundan tashqari, qayta ishlash harorati va qolip harorati orasidagi farqni kamaytirish yo‘li bilan yoki tayyor quyma buyumga termik ishlov berish yo‘li bilan termik kuchlanishlarni kamaytirish mumkin. Kristallanuvchan polimerlar (PE, PP, PA va b.) da bir vaqtning o‘zida kristallanish jarayonlari rivojlanib, tizimning bir jinsligi oshib boradi. SHuni alohida ta’kidlash kerakki, quyish jarayonida yuqori harorat va mexanik kuchlanishlar ta’sirida polimer materiali destruksiyalinishi ham mumkin. Natijada uchuvchan moddalar ajralib chiqib, olinadigan buyumning rangi o‘zgaradi. Odatda, bu hodisa issiqqa chidamsiz polimerlarni bosim ostida quyishda ko‘proq kuzatiladi. Bu muammoni issiqqa chidamli barqarorlashtiruvchi moddalardan foydalanib (ularni polimer tarkibiga kiritib), samarali echish mumkin. Buyumni qolipda sovutishda va uni qolipdan chiqarib olgandan keyin, buyumda kirishish yuz berishi mumkin, ya’ni buyumning chiziqli o‘lchamlari qolip o‘lchamlaridan kichrayib qolishi mumkin. Bunday holatlarda buyumdan foydalanib bo‘lmaydi. Kirishish kattaligi polimer suyuqlanmasining siqiluvchanligiga, uning hajmiy termik kengayish koeffitsientiga, relaksatsiya tezligiga va kristallik darajasiga bog‘liqdir. Quyish kanalining qotib qolishidan oldin buyumga ozgina suyuqlanma quyish yo‘li bilan qolipda kirishishni qisman bartaraf etish mumkin. Quyish paytida makromolekulalar va ustmolekulyar tuzilmalarning orientirlanishi, buyumni qolipda bir tekis sovutilmaganligi, suyuqlanmaning qolipdan sizib chiqishi, buyumning bo‘ylama va ko‘ndalang yo‘nalishlardagi qalinligining har xil bo‘lishi kirishishning anizotropiligini keltirib chiqaradi. Bu hodisa kristallanuvchan polimerlarda kuchli rivojlangan. Relaksatsiya va kristallanish tezliklarning kichikligi kirishishni uzoq vaqt davomli rivojlanishiga olib keladi. Bu esa barqaror o‘lchamlarga ega bo‘lgan buyumlar olishga to‘siq bo‘ladi. Polimer materiallari tarkibiga tizim hosil qiluvchi moddalar kiritish yo‘li bilan barqaror ustmolekulyar tuzilmalar hosil qilish mumkin va quyma buyumlar izotrop xossalarga ega bo‘lishi mumkin. YUqorida ta’kidlaganimizdek, tayyor buyumda yuz beradigan kirishishning asosiy sababchisi – qolipdagi bosimning pasayib borishidir.

Reaktoplastlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlash texnologik jarayonlari termoplastlarni qayta ishlash texnologik jarayonlaridan deyarli farq qilmaydi. Reaktoplastlarning kimyoviy tarkibi, tizimi va olinadigan buyumga

quyiladigan talablardan kelib chiqqan holda, assosiy texnologik ko'rsatkichlar (P , T , v , t) va bosim ostida quyish rejimi tanlab olinadi. Ammo reaktoplastlarni bu usulda qayta ishlashning o'ziga xos quyidagi xususiyatlari bor.

1. Reaktoplastlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashda haroratning o'zgarib turishiga yo'l qo'yilmaydi. Chunki agar materialni plastikatsiyalash (suyuqlantirish) harorati maqbul qayta ishlash haroratidan oshib ketsa, qolip to'lmasdan, material qotib qolishi mumkin. Agar harorat plastikatsiyalash haroratidan past bo'lsa, reaktoplastning suyuqlanishi uzoqqa cho'zilib, u kerakli qovushqoqlikka ega bo'lmasdan qotib qolishi mumkin. Bunday holatda yuqori qovushqoq suyuqlanmani qolipga siqib chiqarish uchun mashinaning purkab berish bosimi etarli bo'la olmaydi.

2. Ko'pgina termoplastlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashda quyish qolipi oldindan qizdirilmaydi, ya'ni suyuqlanma sovutiladigan qolipga purkab beriladi. Aksincha, reaktoplastlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashda material qizdiriladigan qolipga beriladi. Misol tariqasida quyidagi 9.5 - jadvalda reaktoplastlarni bosim ostida quyish usulida bir chervyakli mashinalarda qayta ishlashning bosim va haroratlari ko'rsatilgan.

Reaktoplastlarni bosim ostida quyish usulida bir chervyakli mashinalarda qayta ishlashning bosim va haroratlari

Biriktiruvchi polimer	To'ldirgich	Silindr T , °C		Soplo T , °C	Soplodan chiqishda suyuqlanma T , °C	Purkash R , MPa	Qolip T , °C
		Kirishda	Chiqishda				
Fenolo – formaldegid	YOg'och uni	60 – 70	85 – 100	85–100	110–120	60 – 120	160 – 180
	Asbest	60 – 70	95	105	110–115	120–150	170 – 185
	Kauchuk	60 – 70	95	105	120	60 – 120	160–180
Mochevino – formaldegid	YOg'och uni	55 – 65	85 – 100	100–110	115–120	70 – 130	150 – 165

Melamino – formaldegid	YOg‘och uni Asbest	55 – 65 50 – 60	90 – 100 80 – 90	100–110 90 – 100	115–120 100–115	70–120 100–160	150 – 165 160–170
Poliefir	SHishatol a Asbest	60 – 80	60 – 80	60 – 80	70 – 90	90 – 120	170 – 190

Izoh: Kompozitsiyalarni plastikatsiyalash bosimi **30 MPa** dan oshmaydi. SHnekning aylanish chastotasi **30^{ayl}/daq** ni tashkil etadi. Injeksion silindrda materialni **turish vaqti (20 – 40) s** ni tashkil etadi.

Jadvaldagi natijalardan quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin. **Birinchidan**, reaktoplastlarni bosim ostida quyish usulida qayta ishlashda injeksion silindr va undan suyuqlanmani chiqish haroratlari oshirilib boriladi. **Ikkinchidan**, kompozitsiyaning kimyoviy tarkibi va tizimiga qarab, qolipning harorati **150 – 190) °C** ni tashkil etishi mumkin. Hol buki, termoplastlarni quyish qolipining harorati **(20 – 75) °C** atrofida bo‘ladi.

3. Reaktoplastlarni chervyakli mashinalarda qayta ishlash – eng samarali va tejamli qayta ishlash vositasi bo‘lib, ular materialni yaxshi plastikatsiyalash va buyumni qolipda tez qotirish imkonini beradi. Bunda tayyor buyumda tob tashlashlar yoki qiyshayishlar kuzatilmaydi. Bundan tashqari, chervyakli mashinalarda yuzasi katta, buyum devorining qalinligi har xil va massasi **2 – 3 kg** ni tashkil etgan buyumlar olish mumkin. Olinadigan buyumlarning fizik – mexanik xossalari boshqa usullarda olingan buyumlarning xossalaridan qolishmaydi.

4. Reaktoplastlarni porshenli mashinalarda ham qayta ishlash mumkin. Ularda injeksion silindrning tashqi devorlarida o‘rnatilgan elektr qizdirgichlardan beriladigan issiqlik hisobiga material plastikatsiyalanadi. Ammo, bunda material bir tekis isimaydi va suyuqlanmaning gomogenlanishi qiyinlashadi. SHuning uchun reaktoplastlarni porshenli quyish mashinalarida qayta ishlashning yangi usuli – oqimli shakllanish usuli ishlab chiqilgan. Bu usulda plastikatsiyalangan reaktoplast qolipga qizdirilgan soplo orqali siqib chiqariladi. Natijada material tez isib, katta tezlik bilan qolipni to‘ldiradi. Purkash oxiriga etganda, silindrda bosim pasayadi, soplo esa suv bilan sovutiladi. Bu usul qisqa vaqt ichida qovushqoqligi past reaktoplast suyuqlanmasini hosil qilish va yupqa armaturali kichik quyma buyumlar olish imkonini beradi.

2.4. PRESSLASH.

SHuni alohida ta'kidlab o'tish kerakki, hozirgi paytda mingdan ortiq polimer materiallari va polimer turlari mavjud bo'lib, ularni qayta ishlash uchun 20 dan ortiq asosiy va maxsus qayta ishlash usullari ishlab chiqilgan. Ular orasida presslash usuli alohida o'rin egallaydi. Sanoat miqyosida birinchi fenoplastlardan (1907 yilda AQSH da poliformaldegid (bakelit) dan va 1913 yilda Rossiyada karbolitdan) buyum olishda presslash usulidan qo'llaganlar.

Presslash – polimer va rezina qorishmalaridan buyum olish usuli bo'lib, unda material issiqlik va bosim ta'sirida plastik deformatsiyalanadi va qolip shaklini olib, buyumga aylanadi. Presslash, odatda, bo'shlig'ining konfiguratsiyasi buyum konfiguratsiyasiga mos keluvchi pressqoliplarda amalga oshiriladi. Pressqoliplar press plitalari orasida joylashtiriladi va ularning asosiy vazifalari kerakli bosimni hosil qilish va buyumga shakl berishdan iboratdir. Pressqolipga joylashtirilgan sovuq yoki oldindan qizdirib olingan material presslash haroratigacha qizdiriladi va u presslash bosimi ta'sirida deformatsiyalanib, qolip bo'shlig'ini to'ldiradi va zichlanadi. Presslash usulidan foydalanib, reaktoplastlardan, rezina qorishmalaridan va termoplastlardan turli xossalarga ega buyumlar olish mumkin. Reaktoplastlarni presslashda polimer makromolekulalari orasida kimyoviy reaksiya kechib, fazoviy to'rlar hosil bo'ladi va ularning qotib qolishi tufayli buyum shakllanadi. Rezina qorishmalarini presslashda esa vulqonlanish jarayonlari kechib, makromolekulyar zanjirlar o'zaro tikiladi va fazoviy to'rlar hosil bo'ladi. Termoplastlarni presslashda materialni shishalanish haroratidan kichik haroratlargacha sovutish natijasida buyum shakllanadi.

Presslash jarayonlarini quyidagi 3 ta ko'rsatgichlar ifodalaydi.

1. Presslanadigan material va pressqolipning dastlabki haroratlari.
2. Presslash harorati.
3. Materialga ta'sir etuvchi solishtirma bosim.

Ushbu ko'rsatgichlar presslanadigan materialning tabiatiga, turiga, tarkibidagi qo'shimcha moddalarga, ularning miqdoriga va boshqa omillarga chambarchas bog'liq bo'lib, ular keng miqyosga o'zgarishi mumkin. Xususan, presslash bosimi 0,01 MPa dan 250 MPa gacha o'zgarishi mumkin. Reaktoplastlar va rezina qorishmalarini qayta ishlashda pressmaterialning qotish tezligi va rezinaning vulqonlanish tezligi, termoplastlarni qayta ishlashda esa shakllangan buyumni sovutish tezligi presslash rejimiga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi.

SHuni alohida ta'kidlab o'tish kerakki, presslab olingan buyumning xossalari ko'pincha pressqolipning tuzilishi (konfiguratsiyasi) ga va uning o'lchamlariga bog'liq bo'ladi. Bitta pressqolipdan foydalanib, cheklanmagan miqdorda buyumlar presslash mumkin va shuning uchun presslash buyumga mexanik ishlov berish usullariga qaraganda, iqtisodiy nuqtai nazardan samaraliroqdir. Polimerlarni presslash uchun turli pressqoliplardan (ochiq, yarim yopiq, yopiq pressqoliplardan, shuningdek, cheklanuvchi ramkalardan) foydalanish mumkin. Ammo u yoki bu pressqolipni tanlash, avvalambor, presslash usuli (kompression presslash, quyib presslash usuli) ga, buyumning tuzilishiga, qayta ishlash qurilmasi va uning ish unumdorligiga bog'liqdir.

Polimerlarni presslashda qo'llaniladigan pressqoliplarni quyidagicha tasniflash (sinflarga bo'lish) mumkin.

1. Pressqolipni ishlatish xarakteriga qarab, u 2 xil bo'lishi mumkin: pressdan ajratib olinadigan (tushiriladigan) pressqoliplar va ko'chmas (statsionar) pressqoliplar.

Pressdan ajratib olinadigan pressqoliplar, odatda, press plitalari orasida erkin turadi (ya'ni, plitalarga mahkamlanmaydi) va ular tayyor buyumni chiqarib olish va yangi materialni unga yuklash uchun pressdan tushiriladi. Ko'chmas pressqoliplar esa press plitalariga mahkamlangan bo'ladi. Ularga materialni yuklash va tayyor buyumni chiqarib olish jarayonlari pressqolipni pressdan tushirmasdan amalga oshiriladi.

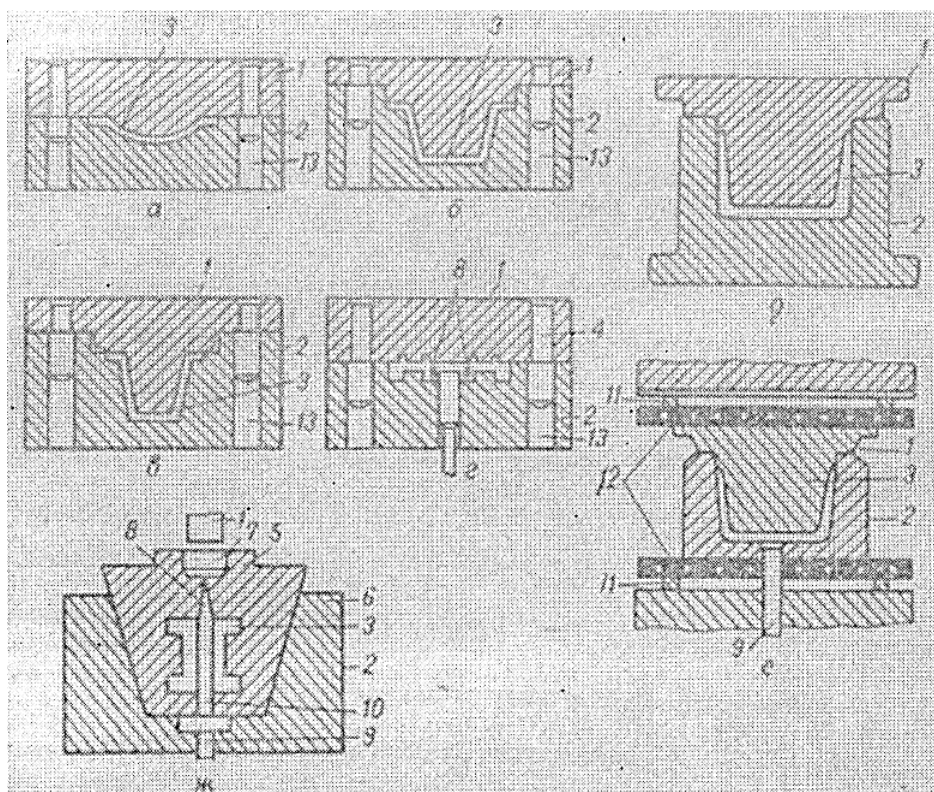
2. Polimerlarni presslash usuliga qarab, pressqoliplar 2 guruhga bo'linadi: to'g'ridan-to'g'ri presslash pressqoliplarga va quyib presslash pressqoliplarga bo'linadi. Quyib presslash pressqoliplarda yuklash kamerasi shakl beruvchi qismdan ajratilgan bo'ladi. Material pressqolipning yuklash kamerasida qovushqoq – oquvchan holatga kelgunga qadar qiziydi va bitta yoki ikkita quyish kanallari orqali oqib, shakl beruvchi bo'shliqni to'ldiradi. Natijada material pressqolip shaklini olib, buyumga aylanadi.

3. Bir vaqtning o'zida presslanadigan buyumlarning soniga qarab, pressqoliplar 2 guruhga bo'linadi: bir uyali va ko'p uyali pressqoliplar. Bir uyali pressqoliplarda presslashning bitta siklida faqatgina bitta buyum presslanadi, ko'p uyali pressqolipda esa bir yo'la bir nechta buyumlar presslanadi. Ammo shuni ham inobatga olish kerakki, pressqolipni tanlab olish buyumning o'lchamlariga va tuzilishining murakkabligiga va buyumga berilgan buyurtmalar miqdoriga bog'liqdir. Bundan tashqari, ko'p uyali pressqoliplarning tuzilishi murakkab va ularning narxi bir uyali pressqoliplarga qaraganda, qimmatdir.

4. Ajratish tekisligining holatiga qarab, pressqoliplar **bitta yoki ikkita gorizontal tekisliklarga ajraladigan, bitta yoki ikkita vertikal tekisliklarga ajraladigan, hamda galetli pressqoliplarga** bo‘linadi.

Bitta gorizontal tekislikka ajraladigan pressqoliplar press sirg‘algichi harakat yo‘nalishiga perpendikulyar bo‘lgan bitta tekislikka ikki qismga (**matritsa va puansonga**) bo‘linadi.

Ikkita gorizontal tekislikka ajraladigan pressqoliplar press sirg‘algichi harakat yo‘nalishiga perpendikulyar bo‘lgan ikkita tekislikka **uch qismga** bo‘linadi.



Pressmateriallarni qayta ishlash press qoliplarining asosiy konstruksiyalari: **a** - ochiq press qolip; **b**-porshenli qolip; **v** - bir joydan ikkinchi joyga quyuvchi press qolip; **g** - transferli qolip; **d** - pressdan olinadigan qolip; **e**- ko‘chmas qolip; **j** - quyuvchi qolip.

1 - puanson; 2 - matritsa; 3 - buyum; 4 - yo‘naltiruvchi kolonkalar; 5 - ichqo‘yma; 6 - halqa; 7 - yuklash kamerasi; 8 - jo‘yak kanal; 9 - itargich; 10 - shtir; 11 - pressga mahkamlanuvchi boltlar; 11 - isitiladigan plitalar; 13 - yo‘naltiruvchi vtulkalar.

Bitta vertikal ajratish tekislikka ega pressqoliplar sirg'algich harakat yo'nalishiga parallel bitta tekislikka ikki qismga ajraladigan matritsaga ega. Ikkita vertikal tekislikka ajraladigan pressqoliplar sirg'algich harakat yo'nalishiga parallel bo'lgan ikkita tekislikka uch qismga ajraladigan matritsaga ega.

Presslab quyishda asosan galetli pressqoliplardan qo'llaniladi. Ushbu pressqoliplar plitalari ustma – ust qo'yilgan va pressmaterialni qizdirish uchun ustama kamera (tigl) dan tarkib topgan.

5. SHakl beruvchi qismning tutashtirish shakliga qarab, pressqoliplar ochiq, yarim yopiq va yopiq pressqoliplarga bo'linadi. Ochiq pressqoliplarda puanson matritsa bo'shlig'ini yassi tekislik bilan yopadi. Ochiq pressqoliplarning tuzilishi oddiy, narxi arzon, kam eyiladi va balandligi bo'yicha aniq o'lchamlarga ega buyumlar olish imkonini beradi. Ularning asosiy kamchiligi materialning zichlanishi faqatgina uning qoldiq miqdorini yuklash hisobiga amalga oshadi.

YOpiq (porshenli) pressqoliplar yuklash kamerasiga ega bo'lib, matritsaga puanson porshen kabi zich kiradi. Ulardan material qoldiqlari oqib chiqmaydi va ularda kam miqdorda vertikal grat bo'ladi. Ushbu pressqoliplardan voloknitlarni presslashda, murakkab profilli alohida profilli buyumlar, yupqa baland to'siqlar, shuningdek, balandligi bo'yicha yuqori aniqlik talab qilmaydigan buyumlarni presslashda qo'llaniladi. Ularning asosiy kamchiligi pressmaterialni aniq me'yorlash zaruriyati va tez eyilishidir.

YArim yopiq pressqoliplarning turlaridan biri – bir joydan ikkinchi joyga quyuvchi pressqoliplardir. Ular yopiq pressqoliplardan siqib chiqaruvchi va pressmaterialni bir joydan ikkinchi joyga quyuvchi moslamalari borligi bilan farq qiladi. Ushbu pressqoliplar keng miqyosda qo'llaniladi, chunki ular ko'p uyali pressqoliplarda aniq o'lchamli buyumlar olish imkonini beradi, ularga xizmat ko'rsatish oson va ulardan uzoq muddatlarda qo'llanish mumkin. Ularning asosiy kamchiligi – yopiq pressqoliplarga qaraganda, press kuchidan to'liq foydalanish qiyin va ularda material sarfi katta.

6. Tayyor buyumlarni chiqarib olinishiga qarab, pressqoliplar pastdan itaruvchi sterjenli pressqoliplarga, yuqoridan itaruvchi pressqoliplarga va itargichsiz pressqoliplarga bo'linadi. Pastdan itaruvchi moslamalar presslash paytida buyumning pastki yuzalarini qisman yoki to'liq shakllantiradi, itarganda esa buyumni pressqolipdan siqib chiqaradi.

Polimerlardan buyum olish uchun quyidagi presslash usullaridan foydalanish mumkin.

1. Kompression (yoki to‘g‘ridan - to‘g‘ri) presslash usulidan.
2. Quyib presslash usulidan (transfer presslash usuli).
3. SHtrang – presslash usulidan (u ko‘pincha uzluksiz profilli presslash, plunjerli yoki porshenli ekstruziyalash usullari nomlari bilan ham yuritiladi).

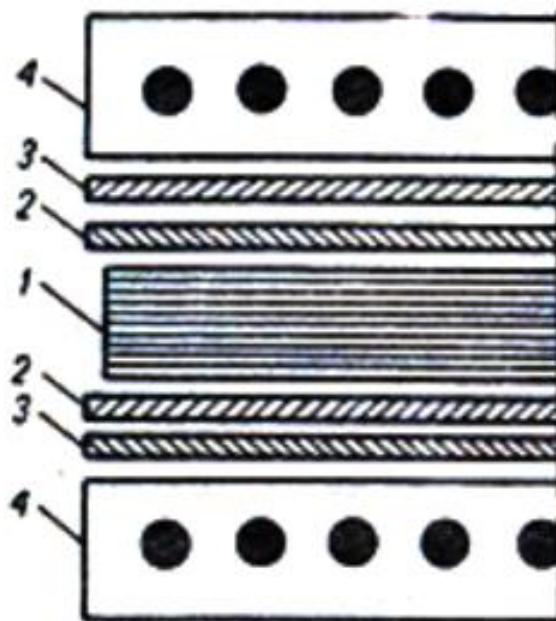
Pressqolipdan qo‘llanilmasdan buyum olish.

SHuni alohida eslatib o‘tish kerakki, pressqolipning asosiy vazifasi presslanadigan materialga ta’sir etuvchi bosimni hosil qilish va olinadigan buyumga shakl berishdan iborat. Ammo ba’zi bir holatlarda bitta yarimqolipda (puansonda yoki matritsada) buyum olish mumkin yoki pressqolipdan qo‘llanilmasdan, pressning yassi plitalari orasida materialni presslab, buyum olish mumkin. Bitta yarimqolipdan foydalanib, yarim mahsulotni elastik qopga yoki paketga joylashtirib, qatlamli plastiklardan yuqori gabaritli va murakkab konfiguratsiyali buyumlar olish mumkin. Polimer materiallarining barcha turlaridan presslash usulida pressqoliplardan foydalanilmasdan, uzunligi 4 m va eni 2 m ni tashkil etadigan varaqalar olish mumkin. Presslash bosimi va haroratini kerakli darajada o‘zgartirib, varaqalar qalinligini keng miqiyosida o‘zgartirish mumkin. Bunday holatlarda, asosan, ko‘p qavatli presslardan qo‘llaniladi. Presslash jarayoni esa sayqallangan yassi po‘lat plitalar oralig‘ida pressqolipsiz amalga oshiriladi. SHuni ham eslatib o‘tish kerakki, agar termoplastlar suyuqlanmalarining qoqvuchoqligi past bo‘lsa, cheklovi ramkalardan qo‘llanish maqsadga muvofiqdir.

Ko‘p qavatli presslarda presslash usuli.

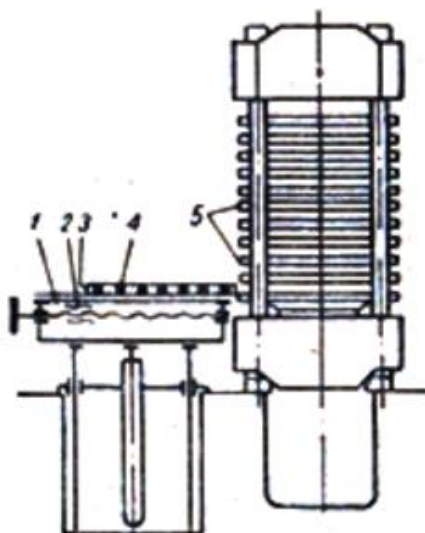
Ko‘p qavatli presslardan asosan tunukasimon materiallar olishda ko‘proq qo‘llaniladi. Termoreaktiv qatronlarda shimdirilgan gazlama, qog‘oz yoki yog‘och fonachalarning aniq qatlamlaridan tashkil topgan paketni presslash yo‘li bilan turli qalinlikka ega qatlamli varaqasimon plastiklar (tekstolit, shishatekstolit, asbotekstolit, getinaks, dekorativ qatlamli plastiklar, yog‘och – qatlamli plastiklar) olinadi. Viniplast pardalaridan tuzilgan paketni presslash yo‘li bilan varaqasimon buyumlar olinadi. To‘ldirgichlar varaqalarda suyuq termoreaktiv qatron bilan yoki uning eritmalari bilan shimdiriladi va quritgichda quritib, rulonga o‘raladi. Qurtilgan varaqalar va rulon materiallari kesiladi va qavatma – qavat paketga joylashtiriladi. Qatlamlarning soni berilgan tayyor presslangan varaqa qalinligiga qarab aniqlanadi. Oldindan tayyorlangan paket qizdiriladigan press plitalari orasiga yuklanadi. Pressning birinchi qavatida **10 tagacha paketlarni** joylashtirish mumkin. Paketlar **15 – 20 MPa** bosim ostida qizdiriladi. Paketni bosim ostida

saqlash davomiyligi (vaqti) varaqaning **har 1 mm qalinligi** uchun **4 – 5 daqiqani** tashkil etadi.



Pressning issiq plitalari orasida varaqali press materiallar paketini joylashtirish sxemasi: 1 - paket; 2 - sayqallangan po‘lat varaqalar; 3 - amortizatsiyalanuvchi plastinalar; 4 - issiq plitalar.

Presslash oxiriga etganda, varaqaning qiyshayib qolmasligi uchun bosim ostida sovutiladi va press plitalari ochilib, paketdagi tayyor varaqalar olinadi.



Ko‘p qavatli pressda press material varaqalarini yuklash sxemasi:

1 - paketni uzatuvchi vint; 2 – uzatuvchi aravacha (karetka); 3 - to'rtburchak tunuka; 4 - presslanadigan material paketi; 5 - gidralik pressning issiq plitalari.

Ko'p qavatli presslarning ishlash samaradorligi oddiy gidravlik presslarga qaraganda, **nihoyatda yuqoridir**, chunki bitta presslash siklida o'nlab varaqasimon materiallar olish mumkin.

Reaktoplastlarni presslash texnologik jarayonlari

Presslash yo'li bilan polimerlarni qayta ishlash va ulardan sifatli va ishga chidamli buyumlar olish uchun, avvalmbor, bir qator asosiy texnologik bosqichlar amalga oshiriladi.

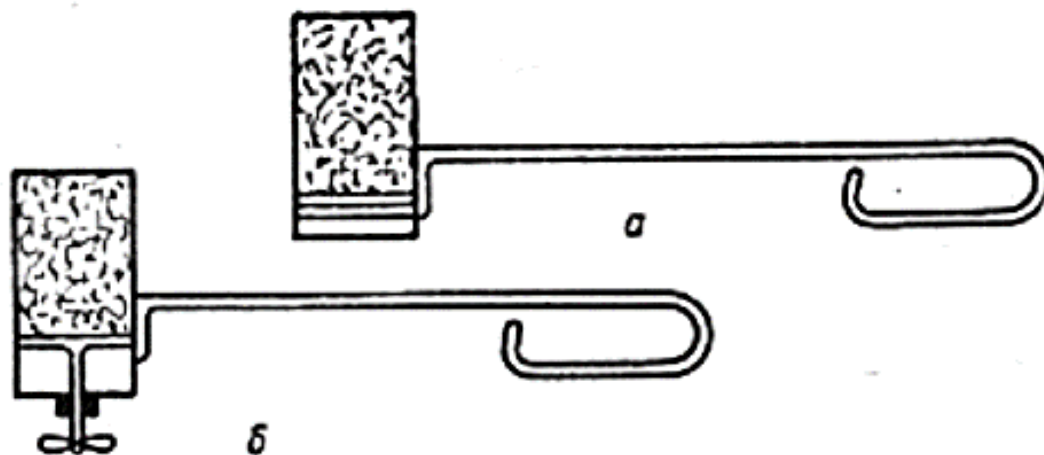
Presslashning **asosiy texnologik bosqichlari** quyidagilardan iborat.

1. Xom – ashyolarni qayta ishlashga tayyorlash va ularni me'yorlash bosqichi.
2. Buyumni shakllantirishdan oldin, tayyorlangan kompozitsiyani qizdirib olish bosqichi.
3. Buyumni shakllantirish, ya'ni buyumni presslash bosqichi.
4. Buyumga termik va mexanik ishlov berish bosqichi.
5. Olingan buyumni oxirgi nazoratdan o'tkazish bosqichi.

Xom – ashyolarni qayta ishlashga tayyorlash va ularni me'yorlash bosqichi.

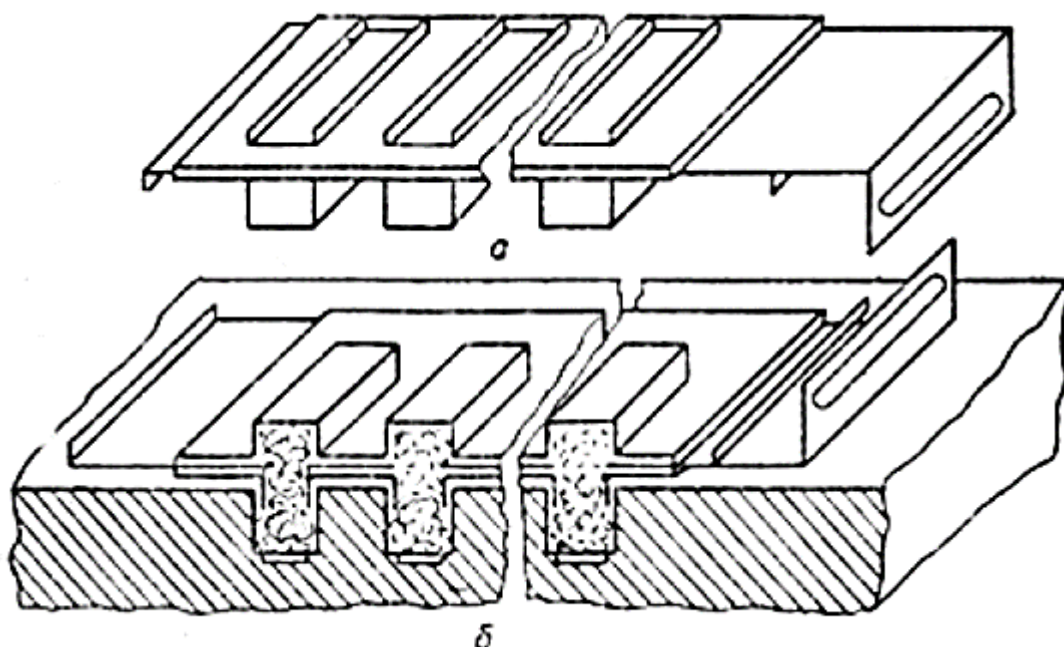
Odatda, xom – ashyolarni qayta ishlashga tayyorlash bosqichida kompozitsiya tarkibiga kiritiladigan barcha komponentlar (ya'ni, polimer materiallari, barqarorlashtirgichlar, to'ldirgichlar, plastifikatorlar, bo'yatgichlar, qotish tezligini oshiruvchi moddalar (qotirgichlar), moylovchi moddalar va b.) aralashtiriladi, elaklanadi, fraksiyalarga ajratiladi, quritiladi, tabletkalanadi, granulalanadi va maxsus qoplarga joylashtiriladi. Mana shu yo'llar bilan tayyorlangan materiallar asosiy texnologik ko'rsatgichlariga qarab, navlarga ajratilib, berk idishlarda quruq va isitgichlardan uzoqroq joylarda (**15 – 20**) °C **da 3 oygacha** saqlanadi. Isitilmaydigan omborxonalarda (xususan, qish paytlarida) suyuqlanadigan materiallar sexga olib kelinadi va harorat atrof – muhit haroratiga tenglashgunga qadar, saqlanadi. Namlik va uchuvchan moddalarni kerakli me'yorgacha pasaytirish uchun material havoda xona haroratida (**12 – 36**) soat yoki quritish shkaflarida (**40 – 60**) °C **da (1 – 3) soat** quritiladi.

Xom – ashyolarni me'yorlash (dozalash) **hajmi va massasi bo'yicha, hamda dona – dona** amalga oshirilishi mumkin. Masalan, presskunlarni hajmiy me'yorlash uchun tubi harakatlanadigan idishlaridan qo'llaniladi.



Presskukunlarni hajmiy me'yorlashda qo'llaniladigan tubi harakatlanadigan o'lchov idishlari: **a** – tubida karton shaybalari bo'lgan material hajmini rostlovchi o'lchov idishi; **b** – tubida harakatlanuvchi vint o'rnatilgan material hajmin rostlanadigan o'lchov idishi.

Ko'p uyali pressqoliplarga presskukunlarni yuklash va ularni hajmiy



me'yorlash uchun yuklovchi kassetalardan qo'llaniladi.

Ko'p uyali pressqoliplarga presskukunlarni yuklovchi kasseta: **a** – yopiq kasseta; **b** – pressqolipga presskukunlarni yuklash paytidagi kasseta.

Avvalombor, shuni alohida ta'kidlash kerakki, presslanadigan materialni oldindan qizdirib olish katta amaliy ahamiyatga ega. Materialni oldindan qizdirib olish presslash haroratini **o'rtacha 30 °C gacha** ko'tarishga, buyumni pressqolipda bosim ostida saqlash davomiyligi (vaqti) ni **2 – 3 marotaba** kamaytirishga, solishtirma presslash bosimini **50% gacha** kamaytirishga, pressqoliplarning yoyilishini kamaytirishga, presslab olingan buyumlarning fizik – mexanik, elektr izolyasion va boshqa xossalarini yaxshilashga va ishlash samaradorligini oshirishga imkon beradi. Materialni oldindan qizdirib olish uchun termostatlardan, press plitalaridan yoki yuqori chastotali generatorlaridan foylanish mumkin. YUqori chastotali tok generatorlaridan qo'llanilganda, tabletkalangan material bir tekis qiziydi. Ammo termostat yoki press plitalaridan qo'llanilganda, harorat tabletkalar ichida uning yuzalariga nisbatan pastroq bo'ladi va material tarkibidan uchuvchan moddalar qisman chetlanadi. SHuning uchun pressmateriallarni oldindan qizdirib olish uchun ko'pincha yuqori chastotali tok generatorlaridan qo'llaniladi. YUqori chastotali tok generatorlarida presslanadigan material (masalan, tabletkalangan material) ma'lum qalinlikka yotqizilib, qizdiriladi. Tebranish chastotasi va elektr maydon kuchlanganligi **E** ni oshirish yo'li bilan qizdirish jadalligini oshirish mumkin. Ammo shuni ham eslatib o'tish kerakki, materialda dielektrik teshilishlar ro'y bermasligi uchun, elektr maydon kuchlanganligi **(200 – 250) kV/m dan oshmasligi** kerak. Bunday kuchlanish kondensator plastinkalari orasida **8 kV** dan oshmaydi. Muhandislik amaliyotida qizdirishni jadallashtirish uchun faqatgina elektr maydon chastotasini oshirish mumkin. Bu chastota yuqori chastotali tok generatorlarda **(20 – 40) MGs** ni tashkil etadi. YUqori chastotali tok generatorlarida bir xil qalinlikka ega tabletkalarni qizdirish mumkin. YUpqa tabletkalar esa dastlab yotqiziladi, chunki tez qizdirish paytida elektrodlar orasida uchqunli zaryadsizlanish (razryad) ni vujudgi keltirishi mumkin. Qizdirish vaqti τ_{π} har bir material uchun tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Qizdirish tezligi va harorati tabletkalarni pressqolipga yuklash tezligi va pressqolipni jipslashtirish tezligi bilan moslashtiriladi. Qizdirishning quyi harorat chegarasi (t_n) materialning yumshab qolish harorati (t_{yu}) dan katta bo'ladi. YUqori harorat chegarasida qizdirish davomiyligi (τ_{mn}) ni materialning qovushqoq – oquvchan holatga turish davomiyligi (vaqti) (τ_{BTC}) bilan solishtirilib, aniqlanadi. YA'ni:

$$\tau_{mn} + \tau_1 \leq \tau_{BTC}$$

bu erda $\tau_1 \approx 30$ **Coniya** – tabletkalarni qolipga yuklash va qolipni jipslashtirish davomiyligi (vaqti).

Ushbu formuladan asosiy xulosa shundan iboratki, qizdirish vaqti τ_{mn} va tabletkalarni qolipga yuklash va qolipni jipslashtirish vaqti τ_1 ning yig'indisi materialning qovushqoq – oquvchan holatga turish vaqti τ_{BTC} ga teng yoki undan kichik bo'lishi kerak. Agar τ_{mn} va τ_1 ning yig'indisi τ_{BTC} dan katta bo'lsa, unda presslanadigan buyumning sifati va xossalari yomonlashadi. Podpressovka materialni presslash paytida amalga oshiriladigan asosiy operatsiyadir. **Podpressovka deganda**, presslash paytida material tarkibidan gazsimon moddalarni chetlashtirish maqsadida pressqolipning qisqa muddatli yopilishi va ochilishi operatsiyasi tushuniladi. Presslanadigan materialning qizishi va yoyilishi paytida namlik, fenol, formaldegid kabi uchuvchan moddalar, materialning qotish davomida esa suv, ammiak va boshqa moddalar ajralib chiqishi mumkin. Podpressovka nafaqat presslanadigan material tarkibidan uchuvchan moddalarni chetlashtirishga, balki bosim ostida buyumni saqlash davomiyligini kamaytirishga va buyum sifatini yaxshilashga imkon beradi. Podpressovka sifatli, ishga chidamli, yaxlit buyum olish, buyum yuzalarida yorishmalar va havo bilan to'lgan pufakchalar paydo bo'lishini oldini olishga imkon beradi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, buyumning shakli va andozalariga qarab, podpressovkani amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Masalan, yupqa devorli buyumlar olish paytida, pressmaterial tez qiziydi. Bunday holatlarda podpressovkani kechiktirmasdan amalga oshirish kerak. Agar pressmaterial oldindan qizdirib olingan bo'lsa, unda podpressovkani tezroq amalga oshirish kerak. Podpressovkani amalga oshirish davomiyligi, odatda, **2 – 3 soniya**, kam holatlarda **5 – 6 soniyani** tashkil etadi. Presslashning umumiy davomiyligiga podpressovkalar davomiyligi kuchli ta'sir ko'rsatadi. SHuning uchun eng kerakli paytlarda, masalan, namligi **3 – 4%** dan yuqori materiallarni presslashda podpressovkadan qo'llaniladi. Armirlangan buyumlar va murakkab buyumlar olishda esa podpressovkani amalga oshirish shart emas, chunki bunda armaturalarning siljishi kuzatiladi va detallar tutashmasi buzilishi mumkin. Materialni presslash paytida u press kuchidan pressqolip puansonini orqali beriladigan bosim ostida zichlanadi va qizdiriladigan matritsa hamda puanson haroratlari ta'sirida suyuqlanib, shakl beruvchi bo'shliqni to'liq to'ldiradi va qotib qoladi.

Pressqolipda dastlabki materialning zichlanishiga **3 ta bosqichni** alohida ajratish mumkin.

1. Material zarrachalarining o'zaro yaqinlashuvi.
2. Yaxlit jismning hosil bo'lishi (zarrachalar o'zaro yaqinlashib, ular orasida molekulalararo ta'sirlanish kuchlarning paydo bo'lishi).

3. YAxlit jismning hajmiy siqilishi.

Tabiiyki, bosim ostida materialning zichligi oshadi. Material zichligi o'sishining bosimni o'sishiga nisbatiga, **zichlanish koefitsienti** deb ataladi. Zichlanish koefitsienti **birinchi** bosqichda maksimal qiymatga, **uchinchi** bosqichda esa kichik qiymatga ega. Zichlanishning **ikkinchi** bosqichi amaliy ahamiyatga ega bo'lib, **materialning zichligi** quyidagi formula asosida aniqlanishi mumkin:

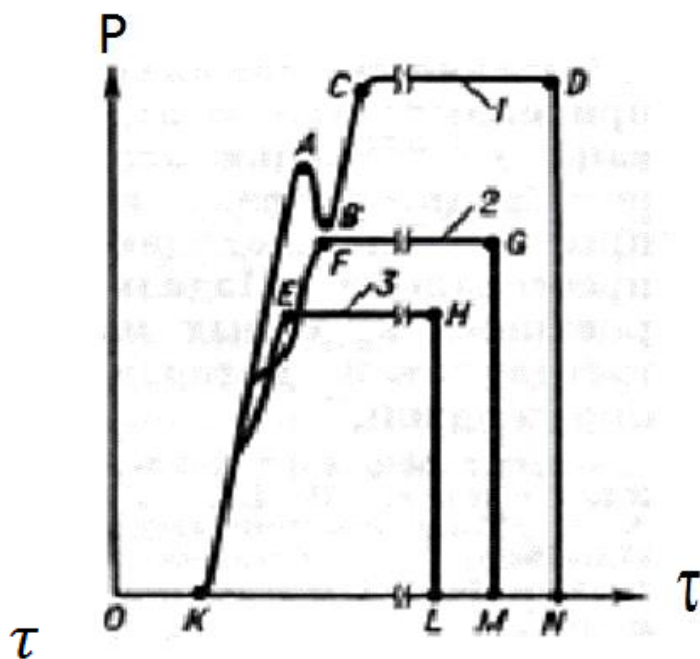
$$\gamma = \frac{P}{Rt(A+BP)}$$

bu erda γ – materialning zichligi, g/sm^3 ; R – bosim, Pa ; R – gazning universal doimiyligi; t – presslash harorati, $^{\circ}\text{C}$; A va B – o'zgarmas koefitsientlar.

Presslash yo'li bilan plastikatsiyalangan reaktoplastning oqishi va pressqolip bo'shlig'ini to'ldirishi qisqa vaqt davomida kechadigan jarayon bo'lib, izotermik holatda kechadi. Bunda harorat o'zgarmas, bosim esa o'zgaruvchan bo'ladi.

Materialning dastlabki holati presslash bosimiga, qotish tezligiga va presslash davomiyligiga kuchli ta'sir ko'rsatadi.

Quyidagi rasmda presslash bosimining presslash davomiyligiga bog'liqligi **3 ta material misolida** ko'rsatilgan: **1** – material qizdirilmagan; **2** – material yuqori chastotali toklar ta'sirida qizdirilgan; **3** – material chervyakli plastikatorlarda plastikatsiyalangan.



Presslash bosimining davomiyligiga bog'liqligi.

Ushbu rasmdan **quyidagi xulosalarni** chiqarish mumkin.

1. Agar material oldindan qizdirilmagan bo'lsa, **(1 –egri chiziq)**, uning pressqolipda yoyilishi uchun ko'p vaqt sarflanadi va presslash katta bosimlar ta'sirida amalga oshiriladi (**SD** qismga mos keladigan bosimga qarang). Materialning pressqolip bo'shlig'ida yoyilishi tufayli bosim pasayib ketadi (**AV – qism**) va **V** nuqtada uning qotishi boshlanadi. Bosimni **V** nuqtadan boshlab oshib borishi (**VS – qism**) pressqolipning tutashganidan dalolat beradi. Berk (yopiq) pressqolipda materialning qotishi o'zgarmas bosim ostida amalga oshadi (**SD – qism**). Presslash oxiriga etganda, pressqolip ochilib, bosim keskin pasayib boradi (**DN – qism**).

2. Agar material oldindan yuqori chastotali tok generatorida qizdirib olingan bo'lsa **(2 – egri chiziq)**, uni presslash uchun nisbatan pastroq bosim kerak bo'ladi (**FG – qism**). Bu holatda pressqolip tutashganga qadar bosim oshib boradi (**KG' – qism**) va qotish davomiyligi (**FG – qism**) va, umuman, presslash davomiyligi (**KM – qism**) qisqaradi.

3. Agar material oldindan chervyakli plastiklarda yumshatib olingan (plastikatsiyalangan) bo'lsa, **(3 – egri chiziq)**, uni presslash bosimi, pressqolipda qotishi va presslash davomiyligi keskin qisqaradi, chunki u plastiklarda dastavval qovushqoq – oquvchan holatga keltirilgan edi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, reaktoplastlarni qotish tezligi ($v_{\text{кот}}$) va ularning qovushqoq – oquvchan holatda turishi davomiyligi (τ_{BTC}) haroratga bog'liqdir. Ular quyidagi formulalar yordamida hisoblanishi mumkin:

$$\tau_{\text{BTC}} = A e^{-\frac{Z}{KT}}$$

$$v_{\text{кот}} = \frac{A_0 e^{-\lambda \tau_{\text{BTC}}}}{(1 + e^{-\lambda \tau_{\text{BTC}}})^2} \cdot e^{-\frac{Z}{KT}}$$

bu erda **A** – pressmaterial tarkibida reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega moddalar miqdoriga bog'liq parametr;

Z – polikondensatlanishning faollanish energiyasi, **kJ/mol**;

K – Bolsman doimiyligi;

T – mutlaq harorat;

λ – haroratga va biriktiruvchi modda xossalari bog'liq koeffitsient;

$A_0 - A$ va λ ga bog'liq o'zgarmas kattalik.

Reaktoplastlarni qotish tezligi (v_{KOT}) va qovushqoq – oquvchan holatda turish davomiyligi (τ_{BTC}) ularda reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega guruhlarining tasodifiy taqsimotiga bog'liqdir. Ushbu tenglamalar kukunsimon aminoplastlar va fenoplastlar uchun ko'proq qo'llaniladi. Eslatib o'tish kerakki, **τ_{BTC} soniyalarda**, v_{KOT} esa **N/soniya** da o'lchanadi.

Materialni **100 – 110 °C** gacha qizdirilgandan keyin, qotish bilan birga undan **50,4 – 63,0 kJ/mol** atrofida issiqlik ajralib chiqishi mumkin. Natijada haroratni ekzotermik reaksiya tufayli oshib borishi **10 – 15 soniya** davom etadi.

Pressqolipda materialning qotishi noturg'un (nostatsionar) holatda kechadi. Materialning qovushqoqligi oshishi bilan, uning qotish tezligi ham oshadi. Bundan tashqari, pressmaterialni olish davomiyligi (masalan, jo'valash yo'li bilan materialni olish davomiyligi) va uni quritish paytida issiqlik ta'sirining davomiyligi oshganda, reaktoplastni qotish tezligi oshadi. Materialning qovushqoqligi oshishi bilan, shuningdek, uning tarkibida biriktiruvchi modda bilan reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega moddalar miqdori kamayganda, uning qovushqoq – oquvchan holatdan turish davomiyligi va qotish davomiyligi (vaqti) qisqaradi. Buyumni shakllanishining asosiy ko'rsatgichlari – bu **presslashning solishtirma bosimi, presslash harorati va vaqt** hisoblanadi. **Solishtirma bosim deganda, 1 sm²** presslash sirtiga press kuchi (bosimi) ning samarali mos kelishi tushuniladi. Solishtirma bosim materialning oquvchanligiga va buyum konfiguratsiyasiga bog'liqdir. U har bir material uchun tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Presslash harorati esa materialning dastlabki holati va xossalariga, buyum andozalari va konfiguratsiyasiga bog'liqdir. Buyumni shakllanish vaqti τ_{ϕ} materialning qovushqoq – oquvchan holatda turish vaqti τ_{BTC} ga teng yoki undan kichik bo'lishi kerak, ya'ni $\tau_{\phi} \leq \tau_{\text{BTC}}$.

Agar presslashdan oldin material qizdirib olingan bo'lsa, unda **buyumni shakllanish davomiyligi (vaqti)** quyidagi formula bilan hisoblanishi mumkin:

$$\tau_{\phi} = \left(\frac{S_x}{v_x} + \frac{S_p}{v_p} \right) + \tau_{\text{CAK}} = \left(\frac{S_x}{v_x} + \frac{S_p}{v_p} \right) + \left[\frac{S_{\text{ПОД}}}{v_p} \cdot n + \Delta(n - 1) \right]$$

bu erda v_x va v_p – mos ravishda press sirg'alagichining salt yurish tezligi va ishlash paytidagi yurish tezligi, **mm/soniya**;

S_x va S_p – mos ravishda pressning salt yurish yo‘li va ishlash paytidagi yo‘li, **mm**;

$\tau_{\text{ca}\kappa}$ – podpressovkalar davomiyligi, **soniya** (material tarkibidan uchuvchan moddalarni chetlashtirish uchun qolipning ochilishi va yopilishi sikllari);

$S_{\text{под}}$ – podpressovka balandligi, **mm** (pressqolip yopilganda, puansonning ko‘tarilish balandligi); $S_{\text{под}}$ pressqolip kamerasi bo‘shlig‘i balandligidan **5 – 10 mm balandroq** bo‘ladi.

n – podpressovkalar soni (odatda, u **1 – 3 ta**, ammo **5 tadan oshmasligi** kerak);

Δ – podpressovkalar orasidagi fosila (**3 – 4 soniya** atrofida bo‘ladi).

Presslash harorati t quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\tau_{\text{BTC}} = \tau_0 e^{\alpha_1 (t'_0 - t)}$$

bu erda τ_0 – plastometrda materialning t'_0 harorat ta’sirida o‘lchangan qovushqoq –

oquvchan holatda turish davomiyligi (vaqti): t'_0 fenoplastlar va aminoplastlar uchun mos ravishda **170°C** va **140°C** ga tengdir;

α_1 – harorat ta’sirini inobatga oluvchi koeffitsient, **°C⁻¹**;

τ_{BTC} – tenglamadan aniqlanadi.

Massasi **1 kg dan bir necha o‘nlab kg** ni tashkil etadigan yuqori gabaritli buyumlar past haroratlarda presslanadi, chunki yuqori haroratda qotish tezligi oshib, material pressqolip bo‘shlig‘ini to‘ldirmasdan oquvchanligini tez yo‘qotishi mumkin. SHuning uchun kam oquvchan va tarkibida namlik va uchuvchan moddalar ko‘proq saqlagan kompozitsiyalarni nisbatan pastroq haroratlarda presslash maqsadga muvofiqdir.

YUqori haroratlarda presslash uchun tabletkalangan materiallar yuqori haroratlarda oldindan qizdirib olinadi. Masalan, fenoplastlar (**200 – 210**)°C da, aminoplastlar esa (**160 – 170**)°C da presslanadi. Buning uchun fenoplastlar **150**°C da, aminoplastlar esa **140**°C da oldindan qizdirib olinadi.

Presslashning umumiy davomiyligi τ_{Σ} poluavtomatik presslar bilan ishlaganda, quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\tau_{\Sigma} = \tau_T + \tau_K + \tau_{\text{под}} + \tau_c + \tau_B + \tau_o + \tau_{\text{об}} + \tau_{\text{об}} + \tau_{\text{ю}}$$

bu erda τ_T, τ_K – mos ravishda pressning harakatlanuvchan plitalarini tushirish va ko‘tarish davomiyligi (vaqtlari), **soniya**;

$\tau_{\text{под}}$ – podpressovkalar davomiyligi (vaqti), **soniya**;

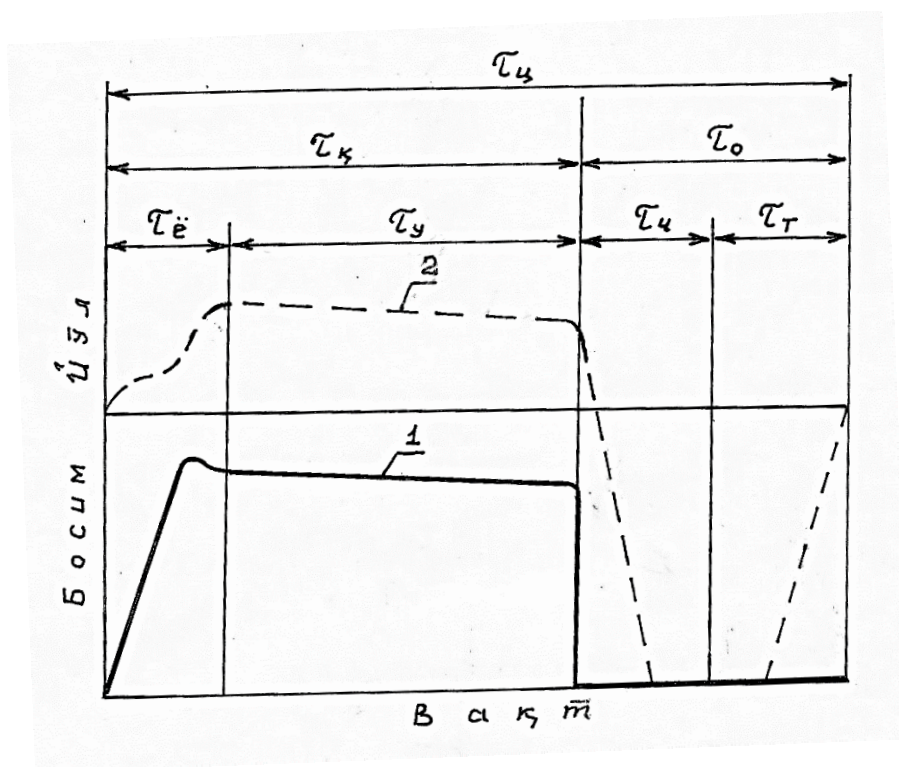
τ_c – buyumni pressqolipda saqlash davomiyligi (vaqti), **soniya**;

τ_B, τ_O – mos ravishda itargichni ko‘tarish va tushirish davomiyligi (vaqtlari), **soniya**;

$\tau_{\text{об}}$ – buyumlarni itarib chiqarilgandan so‘ng, ularni olish davomiyligi (vaqti), **soniya**;

$\tau_{\text{об}}, \tau_{\text{ю}}$ – mos ravishda qolipni tozalash va uni yangi material bilan yuklash davomiyligi (vaqti), **soniya**.

Presslash siklogrammasi quyidagi rasmda ko‘rsatilgan. Buyumni pressqolipda saqlash davomiyligi (τ_c) materialni oldindan qizdirib olish haroratiga va presslash haroratiga bog‘liqdir. Ushbu kattalik buyumning qotish tezligi va uning qalinligi ko‘paytmasi orqali aniqlanadi. Ammo hisoblashni osonlashtirish maqsadida τ_c materialni qolipda qizdirish davomiyligi τ_g va uning qotish davomiyligi $\tau_{\text{кот}}$ yig‘indisi bilan aniqlanadi, chunki ushbu ikkala jarayonlar birga kechadi.



Kompression presslash siklogrammasi: 1 - bosimning oʻzgarishi; 2 - press plitasining harakat yoʻli. τ_{u} -presslash sikli (davomiyligi); τ_{k} -buyumni qotirish davomiyligi; τ_{o} -qolipni ochilish davomiyligi; τ_{e} -qolipni yopilish davomiyligi; τ_{y} -qolipni yopiq holatda (buyumni bosim ostida) ushlab turish davomiyligi; τ_{q} - buyumni qolipdan chiqarib olish davomiyligi; τ_{T} -qolipni material bilan toʻldirish davomiyligi.

Muhandislik amaliyotida esa, **buyumni pressqolipda saqlash davomiyligi τ_c** quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\tau = \frac{1}{K_2} \cdot \frac{h^2}{4a} \cdot \ln \left(K_1 \cdot \frac{t_c - t_0}{t_c - t} \right) + 0.85(t'_{OTB} - \tau_{\text{nl}}) \cdot e^{\gamma(t'_0 - t_c - 4)}$$

bu erda K_1 va K_2 – oʻzgaras kattaliklar boʻlib, ular buyum konfigurationsiga va uning qizdirish tezligiga bogʻliqdir;

a – materialning harorat oʻtkazuvchanligi, m^2/s ;

h – buyumning qalinligi, m ;

t_c – pressqolip yuzasining harorati, $^{\circ}\text{C}$;

t – buyum markazida oʻlchangan presslash harorati, $^{\circ}\text{C}$, ($t = t_c - 20^{\circ}\text{C}$);

t_0 – materialni oldindan qizdirib olish harorati, $^{\circ}\text{C}$;

t'_{OTB} – plastometrda t'_0 haroratda materialni qotirish davomiyligi, s ;

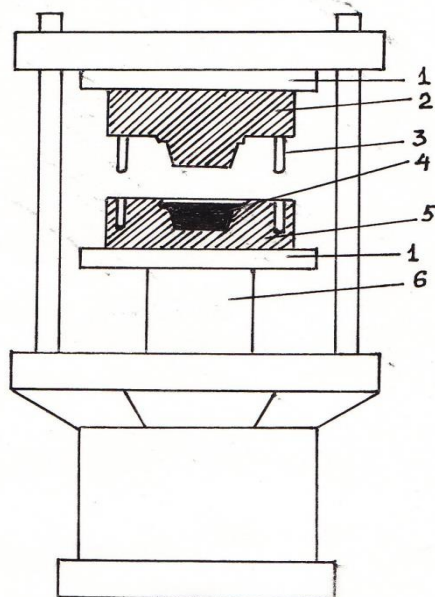
τ_{nl} – plastometrda namunani ($t'_0 - 4^{\circ}\text{C}$) gacha qizdirish davomiyligi, s : (haroratni 4°C ga pasaytirish materialni nafaqat devoroldi qismlarida, balki uning chuqur qatlamlarida qotirish haroratini inobatga olish imkonini beradi).

γ – harorat koeffitsienti, $^{\circ}\text{C}^{-1}$.

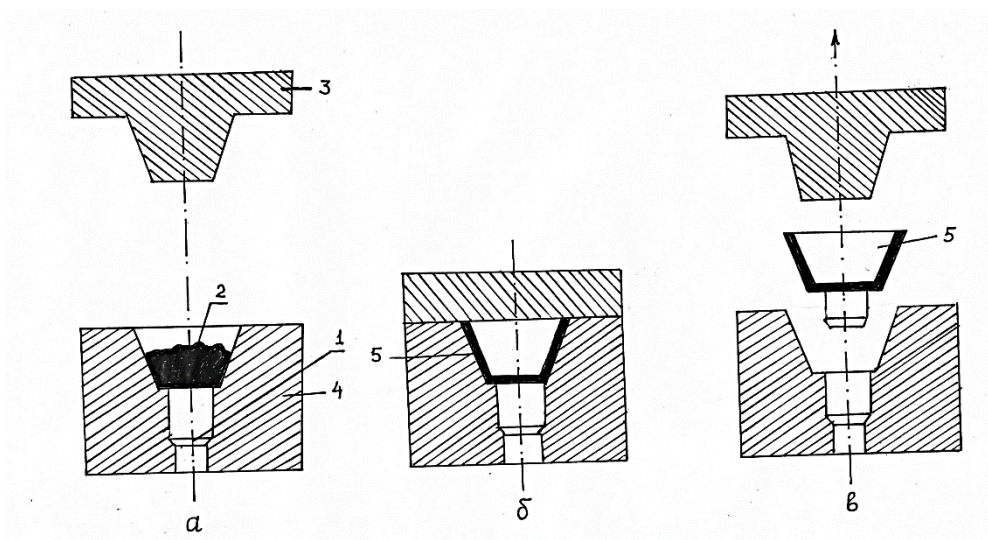
tenglamaning ahamiyati shundaki, u amaliy hisob – kitoblarni bajarishda qulay va uning asosida olingan bogʻliqliklar universal nomogrammlar shaklida berilishi mumkin. SHuni alohida taʼkidlash kerakki, muhandislik amaliyotida buyumni pressqolipda saqlash davomiyligi (τ_c) ni tanlash katta amaliy ahamiyatga ega. Uni tanlash uchun buyumni ishlatish holatlari va qaysi muhitlar uchun moʻljallanganligi inobatga olinadi. Masalan, yuqori elektroizolyasion xossalarga ega elektrotexnikaga moʻljallangan buyumlar olish uchun τ_c ni qiymati kichik boʻladi va olingan buyumga termik ishlov berish yoʻli bilan uning xossalari

rostlanadi. Reaktoplastlardan presslash yo‘li bilan olingan buyumlarga termik ishlov berish shart, chunki ular to‘liq qotmasligi ham mumkin. Xususan, kremniyorganik qatronlar asosida olingan pressmateriallardan presslangan buyumlarga termik ishlov berilganda, ular to‘liq qotadi.

Termik ishlov berishning **yana bir afzalligi** shundan iboratki, bunda buyum sifati yaxshilanib, ichki qoldiq kuchlanishlar darajasi pasayadi. Keyinchalik buyumdan foydalanilganda, uning sirtida tirqishcha yoki yorishmalar paydo bo‘lmaydi. Buyumga **mexanik ishlov berishdan asosiy maqsad** – puanson va matritsa tutashgan joylarda hosil bo‘ladigan material qoldiqlarini chetlashtirishdan, buyum shaklini kerakli darajada o‘zgartirishdan va buyum o‘lchamlari aniqligini oshirishdan iboratdir. Ko‘pincha kompression presslash usulini **isitib presslash usuli** yoki **to‘g‘ridan – to‘g‘ri presslash usuli** deb ataladi. Ushbu usulda ochiq pressqliplardan qo‘llaniladi. Presslanadigan material qizdirilgan ochiq pressqolipga yuklangandan so‘ng, u bosim ostida plastik holatda o‘tib, pressqolip hajmini to‘ldiradi va qotib qoladi. Kompression presslash sxemasi rasmda keltirilgan. Kompression presslash bosqichlari esa rasmda ko‘rsatilgan. Presskukunlardan, voloknitlar va qatlamli reaktoplastlardan, fenoplast va aminoplastlardan, poliefir qatronlaridan, epoksid qatronlaridan, kremniy organik qatronlardan, shuningdek, oligoefirakrilatlardan buyum olishda, **asosan kompression presslash usulidan** qo‘llaniladi.



Kompression presslash sxemasi: 1-plitalar; 2-puanson; 3-puanson va matritsani birlashtiruvchilar; 4-press material; 5-isitiladigan matritsa; 6-gidravlik porshen.



Kompression presslash bosqichlari: **a** – qolipga press materialni yuklanish bosqichi; **b** – qolipning yopilishi va presslash bosqichi; **v** – tayyor buyumni chiqarib olish bosqichi;

1 – itargich; 2 – xom-ashyo (press material); 3 – puanson; 4 – isitiladigan matritsa; 5 – presslangan buyum.

Ma'lumki, kompression presslashda material **ochiq pressqolip** bo'shlig'iga yuklanib presslanadi. Ammo quyib presslash usulida oldindan yumshatib oquvchan holatga keltirilgan (plastikatsiyalangan) material yuklash kamerasidan quyish kanallari orqali **yopiq pressqolip bo'shlig'iga** bosim ostida siqib chiqariladi. Reaktoplastlar va qovushqoqligi yuqori bo'lgan termoplastlar asosan quyib presslash usulida qayta ishlanadi. Ushbu usul o'lchamlari barqaror, yupqa va murakkab armaturali detallar olish imkonini beradi va kompression presslash usuliga nisbatan samarali qayta ishlash usuli hisoblanadi.

Materialni quyib presslash uchun maxsus transferli gidravlik presslardan (ustki va pastki plunjerli presslardan) yoki bitta plunjerli universal pressdan qo'llaniladi.

Quyib presslash usulida polimerlardan buyum olish sxemasi: 1- yuklash kamerasi (tigel); 2- puanson; 3- pressmaterial; 4- jo‘yak kanal; 5- press qolip.

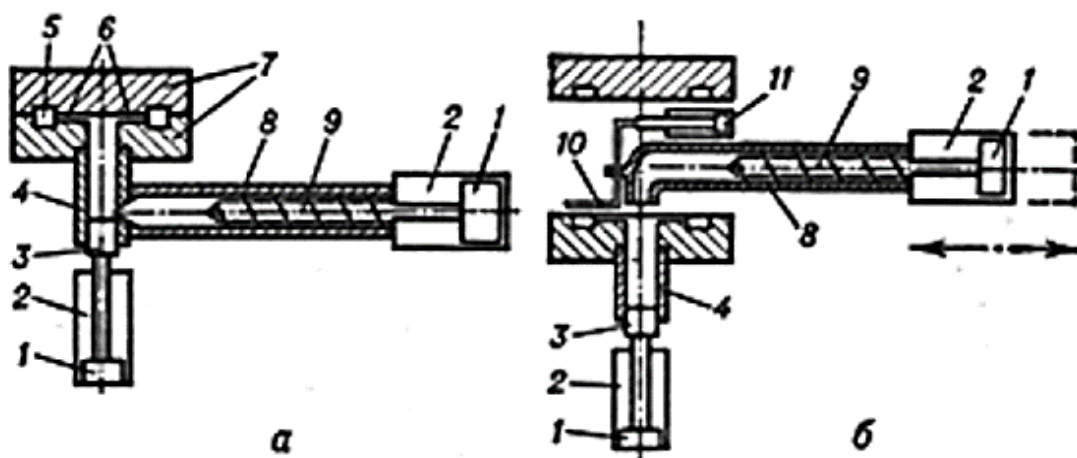
Universal ramli yoki kollonali presslar yordamida presslashda pressning pastki plitasida qizdiriladigan halqa 5 o‘rnatiladi. Unda ajratuvchi yarimmatritsalar (3 va 4) bo‘ladi. Pressmaterial kamera 2 ga yuklanib, kerakli haroratgacha qizdiriladi va plastikatsiyalangan suyuqlanma porshen 1 yordamida pressqolipga quyiladi. Buyum qotgandan keyin, u itargich 6 yordamida matritsa bilan birga itarib chiqariladi.

Transferli pressga materialni ikki varintda yuklash sxemasi:

a - plastikator transferli silindr bilan bevosita biriktirilgan;

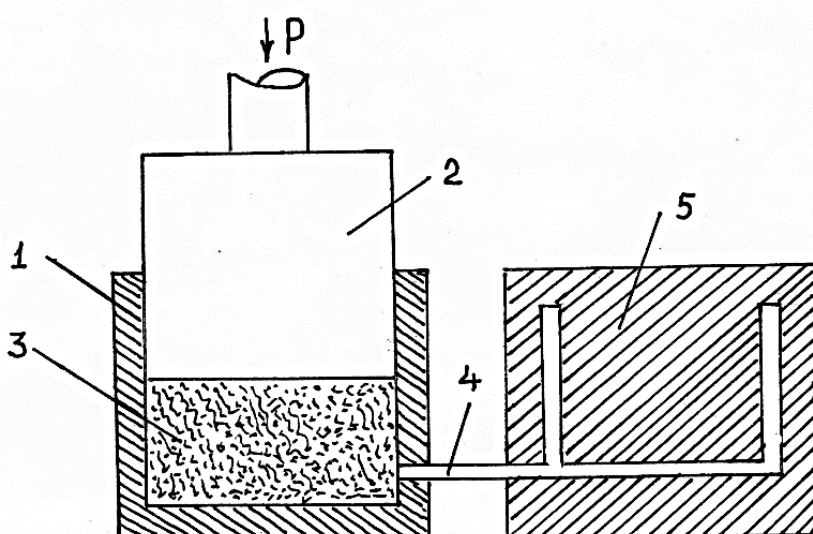
b - pressqolip mintaqasida harakatlanuvchi plastikator:

1 - plunjer; 2 - gidravlik silindr; 3 - porshen; 4 - transferli silindr; 5 - shakl beruvchi pressqolip uyasi; 6 - quyish jo‘yaglari; 7 - pressqolip; 8 - plastikator silindri; 9 - chervyak; 10 - shiber; 11 - shiberni harakatlantiruvchi gidravlik



silindrning plunjeri.

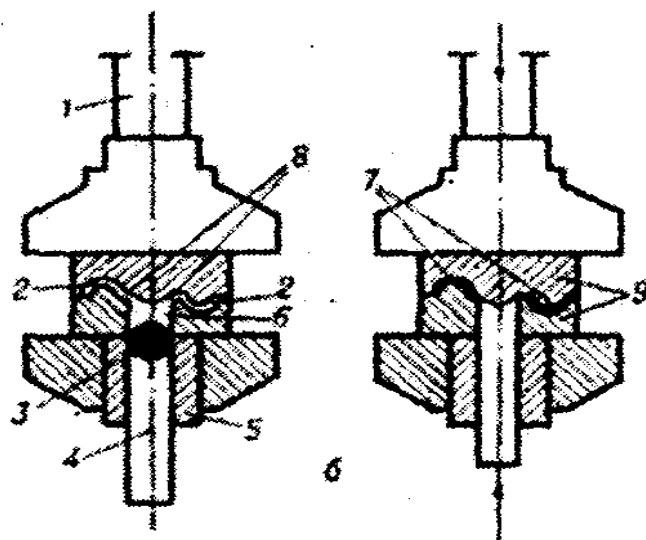
Presskukunlardan, voloknitlar va qatlamli reaktoplastlardan, fenoplast va



aminoplastlardan, poliefir qatronlaridan, epoksid qatronlaridan, kremniy organik qatronlardan, shuningdek, oligoefirakrilatlardan buyum olishda asosan kompression presslash usulidan qoʻllaniladi. SHuni alohida taʼkidlash kerakki, transferli silindr kamerasiga materialni qoʻlda yuklash uncha samarali emas. SHuning uchun transferli silindr bilan biriktirilgan chervyakli plastikatoridan foydalaniladi. plastikatsiyalangan.

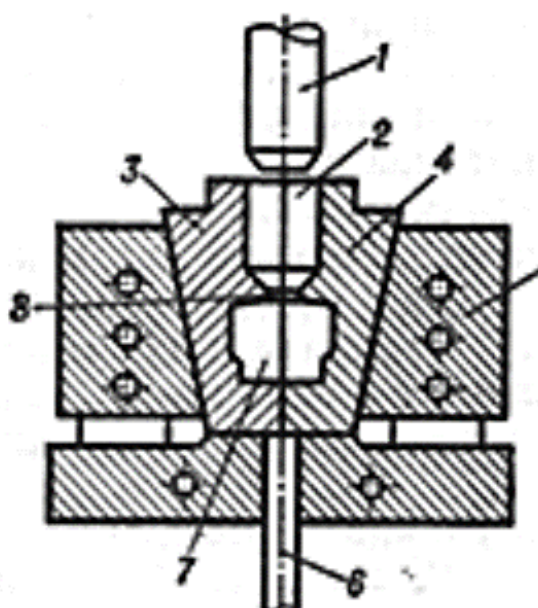
Qizdiriladigan silindr **8** da aylanuvchan chervyak **9** yordamida material oquvchan holatga keltiriladi. Suyuqlanmani pressqolipga purkab berish uchun chervyakning roli nihoyatda kattadir, chunki u purkash bosimini hosil qiladi. Purkash uchun kerakli materialni yigʻandan keyin, gidravlik silindr **2** dagi plunjer **1** taʼsirida chervyak chapga harakatlanadi va plastikatsiyalangan material transferli silindr boʻshligʻi **4** ga siqib chiqariladi. Harakatlanuvchi chervyakli plastikatorning chiqish yon yuzalari shiber **10** bilan berkitilgan. SHiber **10** faqatgina

plastikatsiyalash silindridan transferli silindriga materialni etkazib berishda ochiladi.



Universal pressda quyib presslash qurilmasining ko‘rinishi: 1 – porshen; 2 – kamera; 3, 4 – yarim matritsa; 5 – halqa; 6 – turtgich; 7 – shakl beruvchi pressqolip uyasi; 8- quyish jo‘yagi.

Transferli gidravlik presslarda qizdirilmagan yoki oldindan qizdirib olingan material 3 teshik 6 orqali transferli silindr kamerasi 5 ga porshen 4 ni tushirib yuklanadi va ustki plunjer 1 bilan pressqolip yopiladi. Transferli silindr 5 devorlaridagi issiqlik hisobiga material 3 suyuqlanib, oquvchan holatga o‘tadi (plastikatsiyalanadi) va pastki plunjer bilan tutashgan porshen 4 ta’sirida quyish kanallari 8 orqali pressqolip 2 ning uyalariga siqib chiqariladi. Buyum qotgandan keyin, pressqolip ochiladi va u porshen 4 bilan itarib, pressqolipdan chiqarib olinadi.



Reaktoplastlarni kompression presslash sxemasi: 1- plunjer; 2-pressqolip uyasi; 3-qayta ishlanadigan material; 4-porshen; 5- transferli silindr; 6-yuklash teshigi; 7-buyum; 8-jo‘yaklar; 9-press qolip.

Avvalambor, shuni alohida ta’kidlash kerakki, quyib presslashda material yopiq pressqolipga purkab berilishi tufayli, olinadigan buyumda g‘adir – budirliklar (grat) hosil bo‘lmaydi.

Ikkinchidan, quyib presslash jarayoni yuqori solishtirma bosimlar (**150 – 200 MPa**) ostida amalga oshiriladi. Pressqolipda bosim **50 – 65 MPa** atrofida bo‘lishi mumkin. Bu esa kompression presslash bosimiga nisbatan **5 – 10 marotaba** kattadir.

Uchinchidan, bosim va purkab berish tezligi yuqori ekanligi tufayli, quyib presslashda materialning ichki qatlamlari yaxshiroq qiziydi. Material isitilgan metall yuzalari bilan tutashganda, hamda quyish kanallarida ichki ishqalanishlar natijasida ortiqcha qiziydi.

To‘rtinchidan, materialni oldindan oquvchan holatga keltirish (plastikatsiyalash) va uni pressqolipga yuqori tezlik bilan purkab berish haroratini oshirishga imkon beradi. Bu esa, pressqolipda materialni qotirish davomiyligi (vaqti) ni kompression presslashga nisbatan **qariyb 2 marotaba qisqartirish** imkonini beradi.

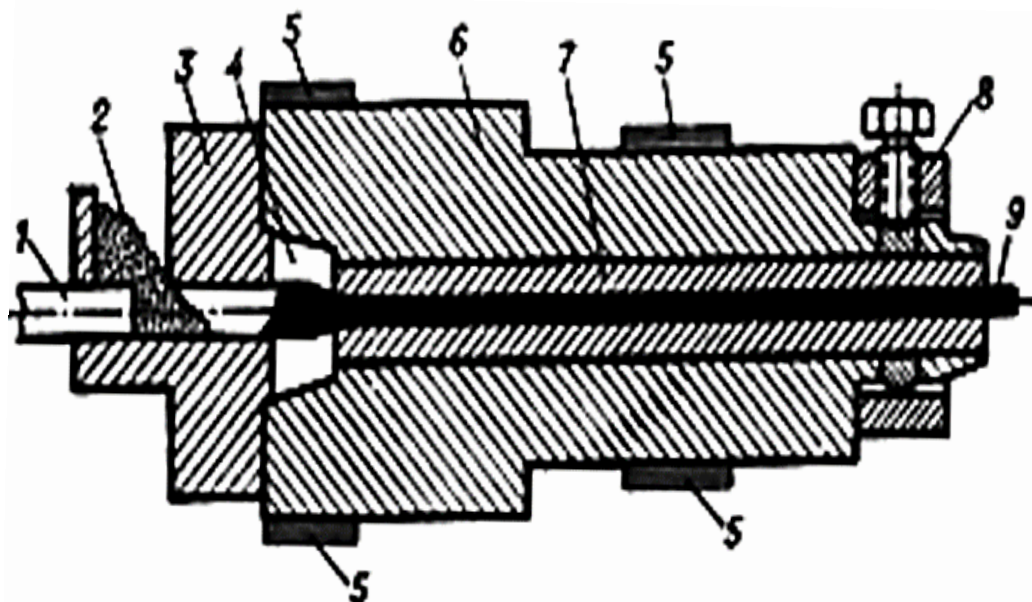
Beshinchidan, quyib presslash usuli yordamida murakkab konfiguratsiyali buyumlar, yupqa to‘siqlar va armaturali detallar olish mumkin.

Oltinchidan, quyib presslash usuli presslash va bosim ostida quyish usullari o‘rtasidagi mavqeni egallaydi. Uning bosim ostida quyish usulidan **asosiy farqi shundaki**, buyum olishda plastikatsiyalangan materialning hajmidan to‘liq foydalaniladi. Avvalambor, shuni alohida ta’kidlash kerakki, quyib presslash usulidan qo‘llanilganda, materialni plastikatsiyalash harorati o‘zgarmas bo‘lishi kerak. Agar plastikatsiyalash harorati maqbul haroratdan oshib ketsa, material pressqolipni to‘ldirmasdan qotib qolishi mumkin. Agar plastikatsiyalash harorati maqbul haroratdan past bo‘lsa, reaktoplastning suyuqlanish davomiyligi uzoqqa cho‘zilib ketadi va u kerakli qovushqoqlikka ega bo‘lmasdan, qotib qolishi mumkin. Bu esa materialni pressqolipga purkab berish jarayonini qiyinlashtiradi va hatto yuqori bosimlarda ham bu ishni amalga oshirish qiyin bo‘ladi. Novolak fenol–formaldegid qatronlari asosida olingan reaktoplastlarni qayta ishlashga quyib presslash usulidan foydalanish ancha qulay, chunki ularning suyuqlanmalarining

qovushqoqligi past va ular plastikatsiyalash haroratida nisbatan uzoqroq qotib qolmaydi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, presslanadigan material kukunsimon yoki tabletkalangan bo'lishi mumkin. Qizdiruvchi tigellardan yoki transferli silindrlardan qo'llanilganda (ularda plastikatsiya faqatgina tashqi qizdirgichlardan olinadigan issiqlik ta'sirida amalga oshadi), tigelni to'ldirishning maqbul chuqurligini tanlash katta amaliy ahamiyatga ega. Qizdirilmagan materialni tigelga yuklaganda, to'ldirish chuqurligi **0,5 D** dan oshmasligi kerak (bu erda **D** – tigel yoki silindrning diametri), chunki bunda issiqlik almashinishi nuqtai nazaridan, issiqlik almashish va qiziydigan material yuzasi maqbul tanosubga erishadi. Oldindan qizdirib olingan tabletkalangan materialni tigelga yuklaganda esa, to'ldirish chuqurligini **1 D** gacha oshirish mumkin. Agar chervyakli plastikatordan plastikatsiyalangan material tigelga yuklansa, silindrni to'ldirish chuqurligi katta bo'lishi mumkin. Ammo to'ldirish chuqurligini haddan tashqari oshirish maqsadga muvofiq emas, chunki materialning bir qismi quyish kanallari orqali o'tadigan umumiy qismidan oldinroq qotib qolishi mumkin. SHtrang presslash usuli ko'pgina holatlarda **uzluksiz profil presslash usuli, plunjerli ekstruziyalash usuli yoki porshenli ekstruziyalash usuli** nomlari bilan ham ataladi. **SHtrang – presslash** ochiq kirish va chiqish teshikli pressqolip yoki maxsus kallak orqali polimer materialini siqib, undan profilli buyumlar olish usulidir. YUqori mexanik xossalarga ega bo'lgan buyumlar olish uchun materialning shakl beruvchi moslamada zichlanishi ta'minlanadi. Bunga puanson yuzasi matritsadan chiqish teshigi yuzasidan katta moslamalardan qo'llash tufayli erishiladi (yuzalar tanosubi termoplastlar uchun **10 : 1**, reaktoplastlar uchun esa **(3,5 – 5,0) : 1** tashkil etishi mumkin).

Reaktoplastlarni shtrang-presslash qurilmasi: 1 – puanson; 2 – yuklash kamerasi oldidagi material; 3 – yuklash kamerasi; 4 – soplo; 5 – elektr qizdirgich; 6 – matritsa halqasi; 7 – matritsa; 8 – tormoz; 9 – buyum.

SHtrang – presslash maxsus gorizontal presslarda amalga oshiriladi. Presslash paytida press porsheni sekin harakatlanib, dastlabki holatiga tez qaytadi. **SHtrang**



presslash – davriy takrorlanuvchi jarayon bo‘lib, uzluksiz profillar ishlab chiqarishni ta’minlaydi. Bitta siklda materialni hammasi emas, balki oldingi yuklab qizdirilgan material uning yangi porsiyasi bilan **“biriktiriladi”**. SHtrang – presslash usuli presslash va ekstruziyalash usullari oralig‘idagi mavqeni egallaydi. Reaktoplastlarni qayta ishlash texnologiyasida yuqori darajada to‘ldirilgan presskukunlardan va voloknitlardan (**masalan, asbovolok-nitlardan**) profilni buyumlar olishda **shtrang – presslash yagona usul** hisoblanadi. Material puanson yordamida matritsa kanaliga etkazilib beriladi va u kallak orqali o‘tib, jadal qiziydi, yumshaydi, zichlanadi va qizdirilgan matritsa kanalida oqayotganda, qotib qoladi. SHtrang – presslashning harorat rejimi materialning turiga bog‘liq bo‘lib, qurilma hududiga har xil bo‘ladi. Profilni siqish tezligini rostlash uchun kanal oxirida tormoz o‘rnatilgan. Matritsaning uzunligi buyum devorlarining qalinligiga bog‘liq bo‘ladi. Masalan, devorning qalinligi **3 va 10 mm** ni tashkil etganda, matritsaning uzunligi mos roavishda **300 va 450 mm** ni tashkil etadi.

Reaktoplastlarni shtrang – presslash harorat rejimi ($^{\circ}\text{C}$)

Qurilma hududi	Material	
	Fenol – aldegid	Karbamid

YUklash kamerasida	65 – 80	65 – 70
Kallakda	130 – 150	135 – 145
Matritsadan chiqishda	200 gacha	145 gacha

SHuni alohida ta’kidlash kerakki, dornni shaybaga almashtirishning iloji yo‘q, chunki u o‘q bo‘ylab hosil bo‘ladigan bosim ta’siriga chiday olmaydi. Suyuqlanmaning ekstruzion kalakka kirishidagi bosimi ekstruderda chervyak hosil qiladigan bosimga tengdir. Bosim suyuqlanmaning kallakdan harakatlanishi bilan pasayib, kallakdan chiqqanda, nolga tenglashadi. SHtrang – presslash bosimi qayta ishlanadigan materialning turiga va buyum profiliga bog‘liq bo‘lib, **250 MPa** dan **400 MPa** gacha o‘zgarishi mumkin. Presslash samaradorligi **soatiga (2 – 20) m** ni tashkil etishi mumkin. SHtrang – presslash usulidan foydalanib, reaktoplastlardan egilgan buyumlar olinadi. Buning uchun haroratni matritsadan chiqishga **(25 – 30) °C** ga pasaytiriladi. Natijada material qisman qotadi va moslanuvchi novda to‘liq qotib qoladi. SHtrang – presslash usulidan ftoroplastlarni qayta ishlashga, hamda PVX dan yaxlit sterjenlar va qalin devorli quvurlar ishlab chiqarishga qo‘llaniladi. Buning uchun oldindan jo‘valangan va rulonga o‘ralgan PVX silindrning yuklash kamerasiga yuklanadi va porshen yordamida kallak teshigi orqali siqib chiqariladi. SHakllangan profil esa maxsus tarnovga tushib, havoda yoki suvda sovib qoladi. Quvur deformatsiyaga uchramasligi uchun uning ichiga dorn yoki sovuq havo yuboriladi. Materialga ta’sir etuvchi bosim **40 – 50 MPa** ni tashkil etganda, profilni siqib chiqarish tezligi **2 m/daq** ni tashkil etishi mumkin. Presslash usulidan foydalanib nafaqat reaktoplastlardan buyum olinadi, balki turli rezina – texnik buyumlar, hamda rezina poyafzallari ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi. Buning uchun oldindan jo‘valangan yoki kalandrlangan plastinkalardan, ekstruziyalangan, kesimlari yumaloq yoki to‘g‘ri burchakli quvurlar yoki shlanglardan foydalaniladi. Ular press plitalari orasida o‘rnatilgan qizdirilgan pressqolipda joylashtiriladi, u zichlangandan keyin, buyum vulqonlanib shakllanadi. Olinadigan buyumlar pressdan tashqari, qolipda qisman sovutiladi, so‘ng qolipdan chiqarib olib, havoda sovutiladi. Presslashni amalga oshirish uchun, odatda, **gidravlik presslardan** qo‘llaniladi. Kichik gabaritli buyumlar ishlab chiqarish uchun **ko‘p uyali pressqoliplardan** qo‘llaniladi. Oldindan tayyorlanib qo‘yilgan rezina qorishmasi pressqolipga tez yuklanadi toki, qizdirilgan qolip yuzalariga tekkanda, qorishmada podvulqonlanish yuz bermasin. SHuni ham e’tiborga olish kerakki, presslangan buyumlarda kirishish yuz berishi tufayli, tayyorlangan rezina qorishmasining hajmi olinadigan buyum hajmidan biroz kattaroq bo‘ladi. Aks holda, buyum andozalari davlat standartlari talablariga mos kelmay qolishi mumkin. Rezina qorishmasi pressqolip uyalariga yaxshiroq yoyilishi uchun uning ish yuzalari va uyalariga

sovun eritmasi, natriy giposulfit yoki kremniyorganik suyuqliklar eritmasi etkaziladi (purkaladi yoki cho'tka bilan surtiladi). Rezina qorishmasi pressqolipga yuklangandan keyin, podpressovkadan qo'llaniladi, ya'ni **2 – 3 marotaba** pressqolipni ochilishi va yopilishi amalga oshiriladi. **Podpressovkani amalga oshirishdan maqsad** – pressqolipdagi uyalarni material bilan yaxshilab to'ldirishdan va uyalardan havo, bug' yoki boshqa bug'lanuvchi moddalarni chetlashtirishdan iborat. Agar material bikr va buyum konfiguratsiyasi murakkab bo'lsa, unda podpressovkalar soni oshadi. Presslashning asosiy muhim ko'rsatkichlaridan biri – **buyumning vulqonlanish davomiyligi** hisoblanadi. Vulqonlanish davomiyligi presslash samaradorligini belgilab beradi. Vulqonlanish davomiyligini kamaytirish yo'li bilan presslash samaradorligini oshirish mumkin. Uni **kamaytirish usullaridan biri** – presslash haroratini oshirishdir. Butadien – stirol, butadien – nitril yoki xlorpren kauchuk asosida tayyorlangan qorishmalarni qayta ishlashda harorat (**170 – 180**) °C gacha ko'tarilishi mumkin. Ushbu haroratlarda oralig'ida qorishmaning vulqonlanish davomiyligi (**1 – 5**) daq. ni tashkil etishi mumkin. An'anaviy presslash rejimida esa (**140 – 150** °C da), vulqonlanish davomiyligi (**20 – 40**) daq. ni tashkil etadi. Destruksiyalanishga moyil kauchuklar (tabiiy kauchuk, sintetik izopren kauchuk) asosida olingan qorishmalarni yuqori haroratlarda (**170 – 180** °C) da presslashda samarali vulqonlanish sistemalaridan qo'llaniladi. Ushbu sistemalar tarkibida oltingugurt miqdori kam, vulqonlanish tezlatgichlari (asosan, sulfenamid hosilalari) ko'proq bo'ladi. Ularning tarkibida vulqonlanish agentlari (masalan, N, N¹ – ditiodimorfolin) ham mavjud. Qalinligi (**6 – 10**) mm ni tashkil etgan buyumlarni yuqori haroratlarda presslashda materialning issiqlik o'tkazuvchanligi pastligi tufayli, u bir tekis qizimasligi mumkin. Bunday holatlarda buyum yuzalari haddan tashqari vulqonlanib, uning ichki qatlamlari esa etarli darajada vulqonlanmasdan qolishi mumkin. Qalin devorli buyumlarni presslash jarayonlarini tezlashtirish va buyumning bir tekis vulqonlanishiga erishish uchun material oldindan termoshkafda yoki issiq suvda qizdirilib olinadi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, presslash paytida pressning ishlash samaradorligini oshirish katta amaliy ahamiyatga ega. Bunga nafaqat vulqonlanish davomiyligini kamaytirish, balki kassetali qoliplardan foydalanish, pressga qolipni joylashtirish va buyum olish operatsiyalarni to'liq mexanizatsiyalash yo'llari bilan erishish mumkin. SHuni ham e'tiborga olish kerakki, presslash paytida rezina qorishmasi ichida bosim paydo bo'lishi mumkin. Bu bosim bug' hosil bo'lishi hisobiga, havo yoki namlikni qorishma tarkibidan desorbsiyalanishi hisobiga, shuningdek, vulqonlanishning dastlabki bosqichida gazsimon moddalarning ajralib chiqishi hisobiga hosil bo'lishi mumkin. SHuning uchun yaxlit, sifatli buyumlar

olish uchun presslash rezina qorishmasi ichidaga bosimga nisbatan yuqoriroq bosimlarda amalga oshiriladi. Rezina qorishmalarini maqbul presslash bosimi **1,2 – 2,0 MPa** atrofida bo'lishi mumkin. Rezina – texnik buyumlarni presslashda presslash bosimini to'g'ri tanlash katta amaliy ahamiyatga ega: bosim oshganda, rezina qorishmasi gazlama tarkibiga chuqurroq singib boradi. Bu esa buyumni eyilishga chidamliligini oshiradi. Ammo bosimni haddan tashqari oshirish gazlamani parchalanib ketishiga olib kelishi mumkin. Presslash usuli termoplastlarni qayta ishlashning eng qadimiy usullaridan biridir. Ushbu usuldan sellyuloid, viniplast va boshqa termoplast materiallardan buyum olishga keng qo'llanilgan. Presslash usulidan foydalanib, qalin varaqalar, bloklar, tiniq buyumlar, qalin devorli murakkab konfiguratsiyali va kesimlari o'zgaruvchan buyumlar, mexanik ishlov beriladigan oddiy buyumlar, ba'zi bir ko'pikli plastik turlaridan buyumlar, abraziv to'ldirgichlar saqlagan materiallardan buyumlar olinadi. Masalan, bosim ostida qo'yish usulidan foydalanib, optik shaffof (tiniq) buyumlar olish qiyin, chunki bunda makromolekulalar orientirlanadi va buyum tiniqligini yo'qotadi. Bunday buyumlar olishda presslash usulidan foydalaniladi. YUqori molekulyar massaga ega va suyuqlanmasining oquvchanligi past bo'lgan termoplastlardan, amorf va kristallanuvchi polimer materiallaridan buyum olishda, ko'pincha presslash usulidan qo'llaniladi. Presslash uchun **granulalangan, tabletkalangan va kukunsimon materiallardan** qo'llaniladi. Ishlash samaradorligini oshirish maqsadida ular jo'valarda yoki ekstruderlarda oldindan qizdirib olinadi. Varaqa va bloklar olish uchun ko'pincha jo'valangan yoki kalandrlangan pardalardan yoki tasmalardan qo'llaniladi. Buyum gidravlik presslarda qo'yiladigan pressqoliplarda shakllantiriladi. Varaqa va bloklarni presslab olishda qavatli presslardan foydalaniladi. Ularda suyuqlanma oqib ketmasligi uchun cheklovchi ramkalar bo'ladi yoki material sayqallangan toza metall plitalari orasida presslanadi. Xususan, issiqqa chidamsiz termoplastlardan buyum olishda **kompression presslash va quyib presslash usulidan** qo'llaniladi. Bunda, oldindan qizdirib olingan material sovuq yoki qizdirilgan pressqolipga yuklanib, pressqolip nihoyatda katta tezlik bilan **0,1 soniyada** yopiladi. Natijada presslanadigan material nihoyatda katta zarba kuchi ostida pressqolip bo'shlig'ini kimyoviy oqish tufayli to'ldiradi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, reaktoplastlarni presslash usulidan farqli o'laroq, termoplastlarni presslashda kimyoviy reaksiyalar kuzatilmaydi va uchuvchan moddalar ajralib chiqmaydi. Pressqolipda suyuqlanmaning soviyishi natijasida u qotib qoladi va buyum shakllanadi. Bundan tashqari, termoplastlarni presslashda ishlatiladigan pressqoliplarda qolipni ajratish tekisligidan suyuqlanmani chiqishini oldini olish uchun kichik tirqishcha va havo chiquvchi kanallar bo'ladi. Bundan tashqari, pressqolipda qizdirgich elementlari va sovutuvchi kanallar bo'ladi. Ular buyumni

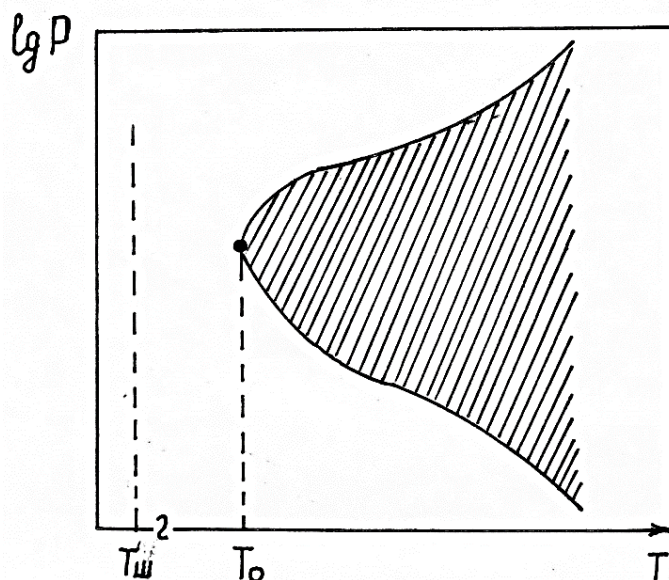
bir tekis qizdirish va sovutishni ta'minlaydi. Termoplastlardan presslangan buyumlar yaxlit bo'lishlari (qo'pikli plastiklar bundan mustasno!) va ularni shishalanish haroratidan yuqriroq haroratlarda isitilganda, shakl va andozalarini saqlab qolishlari kerak. Kukunsimon va granulalangan materiallardan yaxlit va tiniq buyumlar olish uchun presslash bosimi va harorati orasida bog'liqlikdan foydalaniladi. SHtrixlangan hudud – materialning haqiqiy presslanishini

shundan

presslash
hududini

chiziq
ifodalaydi
orasida

beradi).



ifodalaydi. Ushbu

grafikning **mohiyati**
iboratki, u

materialning haqiqiy
chegaralarini yoki
aniqlab beradi.

Grafikdagi **1 – egri**
materialning oqishini
(ya'ni, zarrachalar
fizik chegaraning
yo'qligidan darak

Ma'lumki, presslash harorati oshganda, material oquvchan bo'lib, presslash bosimi pasayib boradi. **2 – egri chiziq** esa, yuqori (**100 MPa dan yuqori**) bosimlarda makromolekulalarning bikrligi oshganidan va oquvchanligini pasayganidan dalolat beradi. Har ikkala egri chiziqlar tutashgan nuqta materialning oquvchanlik harorati T_0 ga mos keladi va egri chiziqlarning qiyaligi oquvchanlikka ta'sir etuvchi omillar (polimerning molekulyar massasiga, plastifikator va to'ldirgichlarning miqdoriga va boshqa omillar) ga bog'liqdir.

Polimerning shishalanish T_{sh} va oquvchanlik T_0 haroratlari oralig'ida presslangan buyumlar xiralashadi va ularni T_{sh} dan yuqoriroq haroratlarda qizdirilganda, ular presslash paytida makromolekulalarning harakatchanligini pasayganidan yig'ilgan va relaksatsiyalanmagan ichki qoldiq kuchlanishlar ta'sirida yoriladi (darz ketadi). Materialni bosim ostida saqlash davomiyligi oshganda, haqiqiy presslash hududi (shtrixlangan hudud) past haroratlar tomon siljiydi.

Termoplastlarni presslash bosimi logarifmining presslash haroratiga bog'liqligi:
 T_{sh} – polimer materialining shishalanish harorati;

T_o – uning oquvchanlik harorati.

Presslash haroratini haddan tashqari oshirilganda, materialning oquvchanligi oshib, uning zichlanishi va tarkibidagi havoni chetlashtirish jarayonlari qiyinlashadi. SHuni ham e'tiborga olish kerakki, presslash paytida materialning yuza qatlamlari barvaqtroq suyuqlanib, uning ichki qatlamlari bir – oz kechikib suyuqlanishi mumkin. Bu esa shakllanayotgan buyumda termik kuchlanishlar darajasini oshirib yuborishi mumkin. Ushbu ko'ngilsiz hodisalarni oldini olish uchun pressqolipni qizdirish va uni sovutish jarayonlarini asta – sekinlik bilan amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Bundan tashqari, qalin varaqalar va bloklarni olishda presslash bosimi sekin – asta pasaytirib boriladi (bunda suyuqlangan material pressqolipdagi tirqishchadan chiqa olmaydi). Pressqolipni sovutilganda esa harorat T_{sh} ga etgunga qadar, bosim sekin – asta oshirib boriladi. Bunday presslash rejimi material tarkibidan havoni to'liq chetlashtirish, buyumda kirishishni kamaytirish va unda chig'anoqlar hosil bo'lishining oldini olish imkonini beradi. SHuni alohida yodda tutish kerakki, hozirgi paytda zamonaviy termoplastlarni qayta ishlash texnologiyasida presslash usulidan foydalanish cheklangan, chunki uning ishlash samaradorligi nihoyatda pastdir. Buyumga shakl berish uchun uni pressqolipda bosim ostida sovutishni talab qiladi. Bunda sarf – xarajatlar oshib, ishlash samaradorligi pasayib ketadi. Presslashning turli usullaridan foydalanib, pressmateriallarga qayta ishlov berish, sifatli va ishga chidamli buyumlar olish amaliyotida chiqindilar va sifatsiz mahsulotlarning **20 dan ortiq turlari** hosil bo'ladi. CHiqindilarning umumiy miqdori qayta ishlanadigan xom – ashyo massasiga nisbatan **5 – 25%**ni tashkil etishi mumkin. Sifatsiz, ishga yaroqsiz mahsulotlar va chiqindilar, ularning miqdori va paydo bo'lish sabablari **ko'p omillarga bog'liqdir**: mehnat sharoiti va ishlash madaniyatiga, xom – ashyolarning turiga, kimyoviy tarkibi va tizimiga, ularning

fizik–mexanik, fizik–kimyoviy hamda texnologik xossalari, muhandis – texnologlarning bilim saviyalari va amaliy ko‘nikmalariga, texnologik jarayonlarning uzluksiz kechishi uchun yordamchi vositalar bilan ta‘minlanganlik darajasiga, xom – ashyo, qayta ishlash usuli va texnologik ko‘rsatgichlar (**bosim, harorat, vaqt**) qay darajada to‘g‘ri tanlab olinganligiga va boshqa omillarga bog‘liqdir. Polimerlarni qayta ishlash sanoat korxonalarida presslangan buyum quyidagi holatlarda ishga yaroqsiz mahsulotga yoki chiqindiga aylanib qolishi mumkin.

1. Ko‘pgina holatlarda pressmateriallardan olingan buyumlar sirtida begona moddalarning yopishib qolganligini ko‘rish mumkin. Bunda buyum ma‘lum darajada tiniqligi yoki jilosini yo‘qotadi va uni ishlatib bo‘lmaydi. Natijada u ishga yaroqsiz texnologik chiqindi bo‘lib qoladi. Ularning miqdori chiqindilarning umumiy miqdoridan **27%** ni tashkil etadi.

Pressqolipni yaxshi tozalanmaganligi, xom – ashyolarni omborxonada noto‘g‘ri saqlanganligi, ularni bir joydan ikkinchi joyga uzatish paytida turli moddalar (xususan, changlar) bilan ifloslanganligi bunday ishga yaroqsiz chiqindilarning paydo bo‘lishiga asosiy sababchi bo‘lishi mumkin.

Bunday holatlarda xom – ashyoni boshqa partiyasiga almashtirish va pressqolipni yaxshilab tozalash yo‘llari bilan chiqindilar miqdorini keskin kamaytirish mumkin.

2. Pressmateriallarni presslash paytida sirtida chiziqli, nuqtalar va g‘ovaklar hosil bo‘lgan jilosiz buyumlar paydo bo‘lishi mumkin. Ularning miqdori chiqindilarning umumiy miqdoridan **21%** ni tashkil etadi.

Ularning hosil bo‘lishiga pressqolipni bir tekis qizdirilmaganligi va suyuqlanma tarkibidan ajralib chiqqan havo yoki gazlarning pressqolipdan chiqishi qiyinlashganligi sababchi bo‘lishi mumkin. Bunday holatlarda, avvalombor, pressqolipdagi qizdirgich elementlarini tuzatib, so‘ngra podpressovkani amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Demak, ushbu yo‘llar bilan ishga yaroqsiz mahsulotlar va chiqindilar miqdorini kamaytirish mumkin.

3. Ba‘zan presslash jarayoni to‘liq oxiriga etmay qoladi. Puanson va matritsa oralig‘idagi masofa kattaroq bo‘lganda, suyuqlanma pressqolipdan oqib chiqib, u to‘lmay qoladi. Ba‘zan esa presslash bosimi kichik bo‘lganda, suyuqlanmaning oqishi qiyinlashib, pressqolip bo‘shlig‘i to‘lmay qoladi. Olingan buyum sirtida g‘ovak va pachoq joylar, qora rangli buyumlarda kulrang dog‘lar paydo bo‘lishi mumkin. Natijada sifatsiz va ishga yaroqsiz buyumlar hosil bo‘ladi. Ularning

miqdori chiqindilarning umumiy miqdoridan **9%** tashkil etadi. Buning asosiy sababi – xom – ashyo noto‘g‘ri me‘yorlanganligi, material oquvchanligining pastligi, presslash bosimining kichikligi va pressqolip bir tekis qizdirilmaganligi bo‘lishi mumkin. Bunday chiqindilar miqdorini xom – ashyoni to‘g‘ri me‘yorlash, presslash bosimini oshirish va pressqolipni bir tekis qizdirishga erishish yo‘llari bilan kamaytirish mumkin.

4. Ba‘zan buyum sirtida bir tomonlama va ikki tomonlama qavariqlar, pufakchalar va yorishmalar paydo bo‘lishi mumkin. Bunday ishga yaroqsiz mahsulotlar va chiqindilarning miqdori ularning umumiy miqdoridan **7%** ni tashkil etadi. Presslanadigan material tarkibida boshqa moddalarning mavjudligi, bosimning pasayishi bilan suyuqlanma tarkibidagi gazlarning buyum sirtiga shishib chiqishi bunday chiqindilarning paydo bo‘lishiga sababchi bo‘lishi mumkin. Podpressovkani amalga oshirish va xom – ashyoni boshqa partiyasiga almashtirish yo‘llari bilan chiqindilar miqdorini kamaytirish mumkin.

5. Buyum sirtida chiziqlar, kulrang dog‘lar, shuningdek, material oqimining pressqolip bo‘shlig‘ida yoyilishida uning izlari paydo bo‘lishi mumkin. Bunday chiqindilarning miqdori ularning umumiy miqdoridan **6%** ni tashkil etadi. Presslash paytida material to‘liq suyuqlanishga ulgurmay qolib, uning bir qismi suyuqlanma bilan qurshab olingan guvalachalar hosil qilinishi bunday chiqindilarning paydo bo‘lishiga sababchi bo‘lishi mumkin. Materialni oldindan qizdirib olib, podpressovkani amalga oshirish, presslash haroratini pasaytirish, press sirg‘algichini tushirish tezligini pasaytirish va kam oquvchan materiallardan foydalanish yo‘llari bilan chiqindilar miqdarini kamaytirish mumkin.

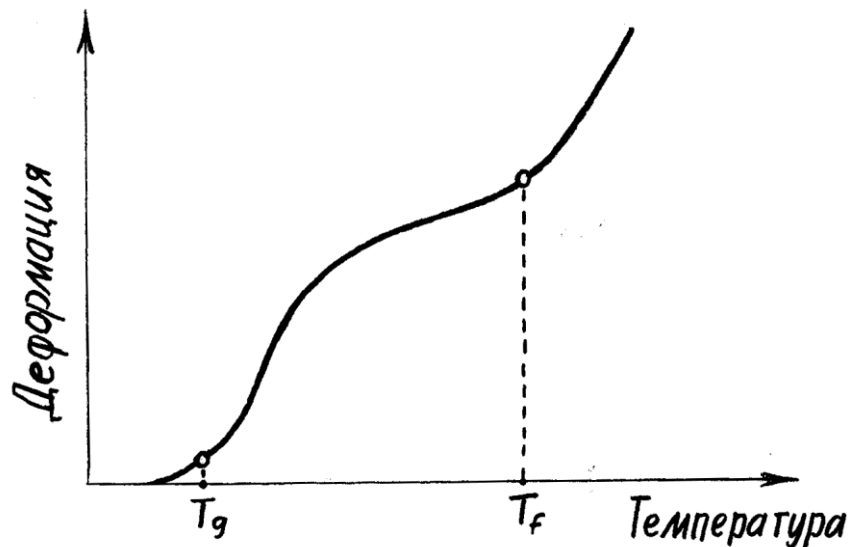
6. Ko‘pgina holatlarda presslangan buyum deformatsiyaga uchrab, qiyshayib qolishi mumkin. Xususan, buyumni pressqolipdan olish paytida tob tashlanishi va qiyshayib qolishi mumkin. Uni sovutilganda esa, bir tekis soviymaganligi tufayli, buyumda kirishish yuz berishi mumkin. Bashqacha aytganda, buyumning andozalari loyihadagi andoza va o‘lchamlarga mos kelmasligi mumkin. Natijada undan foydalanib bo‘lmaydi. Bunday chiqindilarning miqdori ularning umumiy miqdoridan **4%** ni tashkil etadi. Bunday ishga yaroqsiz mahsulotlar va chiqindilarning miqdorini kamaytirish uchun buyum va pressqolipning o‘lchamlariga, pressqolip bo‘shlig‘ini xromlanishiga va qay darajada sayqal berilganligiga e‘tibor beriladi. Bu ishlar pressqolipni loyihalash paytida amalga oshiriladi. Bundan tashqari, reaktoplastlarni qotirish tezligini va polimerlarni sovutish tezligini rostlash yo‘li bilan chiqindilar miqdorini kamaytirish mumkin.

7. Buyumda yorilishlar va kichik tirqishchalar paydo bo'lishi mumkin. Ularning hosil bo'lishiga asosan ichki qoldiq kuchlanishlar darajasi, buyumda kirishish yuz berishi, pressqolip bir tekis qizdirilmaganligi va buyum tarkibidagi armaturalar bir tekis siqilmaganligi sababchi bo'lishi mumkin. Bunday chiqindilarning miqdori ularning umumiy **miqdoridan 4%** ni tashkil etadi. Pressqolip loyihasiga o'zgartirishlar kiritish, armaturalarni joylashtirish o'rinlarini voloknitlar bilan kuchaytirish va materialni bir tekis qizdirishga erishish yo'llari bilan chiqindilar miqdorini kamaytirish mumkin.

8. Ba'zan buyumning qalinligi ruxsat etilgan qalinlikdan oshib ketishi ham mumkin. Odatda, bunga qalin grat deb ataladi. Masalan, presskukunlardan presslangan buyumlarda qalinlik 0,3 – 0,6 mm, voloknitlar va qatlamli materiallarda esa 0,6 – 1,0 mm gacha oshib ketishi mumkin. Natijada ulardan foydalanib bo'lmaydi va ular texnologik chiqindi bo'lib qolishi mumkin. Bunday chiqindilarning miqdori ularning umumiy miqdoridan **2 – 4%** ni tashkil etadi. Presslash uchun olingan material hajmining kattaligi, oquvchanligining pastligi, presslash bosimining etarli emasligi, suyuqlik bosimining pasayishi tufayli uning tasodifan pasayib ketishi, yo'naltiruvchi vtulkalarning ifloslanishi natijasida bunday chiqindilar paydo bo'lishi mumkin. Me'yorlash aniqligini oshirish, yo'naltiruvchi vtulkalarni tozalab turish, suyuqlik bosimini tekshirish, presslash bosimini oshirish va tayyor buyumga mexanik ishlov berish yo'llari bilan ishga yaroqsiz mahsulotlar va chiqindilar miqdorini kamaytirish mumkin. Umuman olganda, hozirgi paytda chiqindilar ajratmaydigan ishlab chiqarish korxonalarining soni juda kam. Ko'pincha mahsulotlarning sifatsizligi va davlat standartlari talablariga mos kelmasligi texnologik jarayonlarning nomukammalligidan kelib chiqishi mumkin. Sanoat korxonalaridagi texnologik jarayonlarni takomillashtirish, zamonaviy yangi texnologiyalarni joriy etish, chiqindisiz va kam chiqindili texnologiyalarni amalda tadbiq etish yo'llari bilan polimer chiqindilaridan to'liq foydalanish mumkin. Chiqindilarni yig'ib olish, navlarga ajratish va ularga qayta ishlov berish yo'llari orqali ulardan sanoatning ko'pgina tarmoqlarida qo'llanish mumkin.

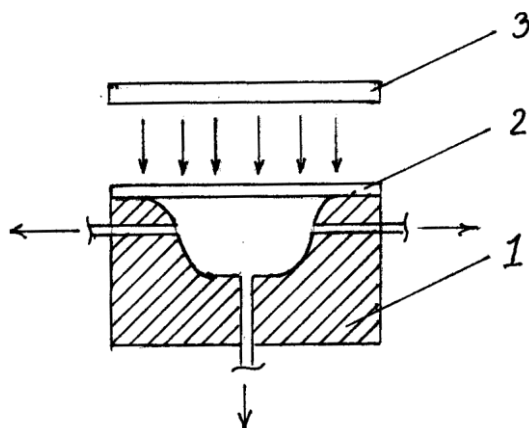
2.5. ICHKI YUZADA SHAKLLASH.

Ichki yuzada qoliplaSh usuli bilan buyum olish bir qancha yullar bilan amalga oShiriladi: Shtampovka, vakuum beriSh usuli bilan qoliplaSh, bosim ostida qoliplaSh, matritsa va puanson usullari.



Ma`lumki, termoplast polimerlar issiqlik ta`sirida uch holatda bo`liShi termomexanik egri chiziq orqali aniqlanadi. Agar polimer materialni  $T_f$  va  $T_g$  farqi katta bo`lsa (yuqori elastik xususiyati keng haroratni taShkil topsa), unda Shu materialdan buyum olish osonlaShadi va aksincha. Bu usullarda buyumlar olishda material avval yuqori elastik qolga kelguncha maxsus qizdirgichlarda isitiladi, keyin qolipga quyib, vakuum yoki bosim ostida zarur Shaklga keltiriladi. CHunki bu holatda cho`ziliSh deformatsiyasi katta va cho`ziSh uchun ko`p kuch talab xilmaydi. Vakuum ostida, qattiq puanson va matritsa va boshqa usullarining printsiptial sxemasi quyidagi rasmlarda keltirilgan. Yuqorida qayd qilib o`tilgan usullar bilan asosan list holatda bo`lgan termoplastlardan buyum yasaladi. Asosiy texnologik rejimlarga quyidagilar kiradi: qolip harorati, zagotovkani isitiSh vaqti, ShakllaSh vaqti, hamda bosimlar farqi ( $R_1$  va  $R_2$ ) va sovutiShharorati va vaqti. Bu jarayonda buyum sovutilganda o`z Shaklini (qolip formasini) saqlab qoladi. SHunday qilib, termoplastlarni isitiShda va sovutiShda qanday tutiShiga qarab undan buyum olishda foydalaniladi. Ma`lumki polimerlarning yuqori-elastik holati molekulalar qayiShqoqligi bilan tuShuntiriladi. Yuqori-elastik holatdagi polimer buyumlar sovutilganda ularda ichki kuchlaniSh (vnutrennee napryazhenie) to`xtatiladi (zamorajivaetsya) va qoliplaShharorati qancha past bo`lsa, qoliplaSh tezligi qancha ko`p bo`lsa va sovutiSh jarayoni qancha tez o`tsa, bu ko`rsatkich ko`p bo`ladi va aksincha.

Bu muzlatilgan kuchlaniSh olingan buyumni Tg haroratiga qizdirganda formaning o`zgarishi olib keliShi mumkin, bu fizik-mexanik nuqtai nazaridan "termouprugie posledeystvie" deyiladi. Termo-vakuum formalaShni Shunday texnologik Sharoitda olib boriSh kerakki, bu effekt iloji boricha kam bo`liShi kerak. Ana Shunda ichki kuchlaniSh minimumni taShkil etadi va buyumni ekspluatatsiyaqilishharorat intervali ko`payadi. Ayrim paytlarda yuqorida aytib o`tilgan effektни maxsus (ataylab) kuchaytiriShadi, masalan "termosadochniy" plyonkalar olishda; mufta va fittinglar iShlab chihariShda. Pnevmo vakuum-formalaSh usuli bilan buyum olish uchun list Shaklidagi termoplastdan zagotovka tayyorlanadi. Zagotovkani yuqori elastik qolatgacha qizdiriladi. Buning uchun maxsus isituvchi moslamalar qo`llaniladi. qizdirilgan zagotovka maxsus vintlar yordamida forma yuzasiga(vakuum yoki bosim ostida) tortiladi. Forma hosil bo`lgandan so`ng sovutiladi (bosim yoki vakuum ta`sirida), buyum tortib olinadi. Buyum olish jarayoni bosqichlarini keltirilgan rasmda kuriShimiz mumkin.



1-qolip; 2-zagotovka; 3-qizdiriSh moslamasi.

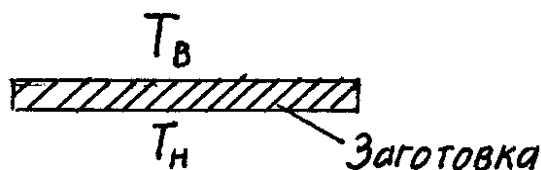
Bu usul bilan buyum olish uchun ko`proq quyidagi polimer materiallar qo`llaniladi: ABS, UPS, PVX, PP, PE-VP va boshqalar.

Shtampovka - isitilmagan termoplastlardan mexanik kuch ta`siri ostida buyum hosilqilish texnologiyasi. Bu usul hamma termoplastlar uchun qo`llanilmaydi. Masalan, mo`rt plastiklardan bu usul bilan buyum olish ancha qiyin. YumShok plastiklardan esa aksincha, olish oson.

List holatidagi termoplastlardan katta gabaritli va qalinligi yupqa bo`lgan ko`p miqdorda kerak bo`lmagan buyumlar olishda bu usulni iqtisodiy samaradorligi yuqoridir. Ko`z oldingizga keltiring, plastmassa uchun qolip tayyorlaSh - u kimmat va murakkab.

List holatidagi zagatovkani qizdiriSh muqim ahamiyatga ega. Buni odatda maxsus isitiShShkaflarida, infraqizil nurlar yoki yuqori chastotali elektr toklar yordamida amalga oShiriladi. U yoki bu usulni qo`llaSh termoplastning xossasiga

va tuziliShiga ham boqliqdir. Amalda amorf polimerlarni qizdirayotganda tagi satqi (qolipga haragan yuza) harorati iShlaniShharoratidan yuqori bo`lishi kerak.



Kristall polimerni qizdiriShharorati esa polimerni yumShaShharoratidan yuqori bo`liShi Shart. YanaShuni aytiSh lozimki, ichki yuza bilan taShqi yuza (kizdiruvchini yuzasiga to`qri kelayotgan yuza) o`rtasidagi harorat (ya`ni list qalinligi ikki tomonidagi harorat) juda katta farq qilishi salbiy xollarga olib keladi.

$$\Delta T = T_v - T_n$$

Bu farq qancha katta bo`lsa, termik destruktsiyaga olib keladi. SHu sababli qalin zagatovkalarni ikki yoklama qizdiriSh tavsiya qilinadi.

hamma holda quyidagi Shart bajariliShi kerak:

$$\Delta T \leq T_d - T_s$$

bu erda: T_d - destruktsiyalaShharorati;

T_s - shishalanishharorati.

Buyum hosilqilishharorati odatda tajriba orqali aniqlanadi. CHunki bu texnologik parametr polimer xossasiga, list qalinligiga, buyum o`lchami va konfiguratsiyasiga, kiriShiShiga boqliqdir.

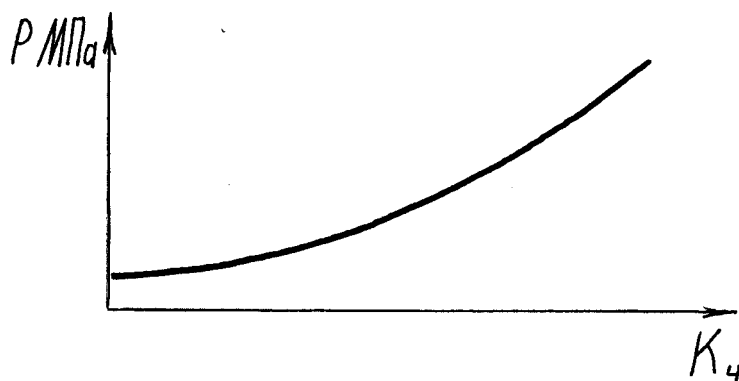
Bu harorat to`qri aniqlansa, olingan buyumning fizik-mexanik xususiyati yaxshi bo`ladi. Buyumning ShakllaniShi sixilgan havo yoki vakuum orqali listni tortiSh (vityajka) yo`li bilan sodir bo`ladi. DeformatsiyalaniSh tezligi Shunday tanlaniSh kerakki, makromolekula yangi qolatga o`tiShi uni parchalaniShsiz hosil bo`liShi kerak. Agar deformatsiya tezligi maksimumga olib borilsa, aniq bir haroratda makromolekulalar orientatsiyasi sodir bo`ladi. TortiSh (vityajka) tezligi odatda sixilgan havonisarf qilish bilan tartibga solinadi.

SHakllaniSh jarayoni cho`ziSh koeffitsenti orqali baxolanadi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$K_q = \sqrt{\delta_{\pi} / \delta_{\sigma} - 1}$$

bu erda: δ_l , q_b va - list holatdagi zagatovkaning qalinligi va buyum devori qalinligi.

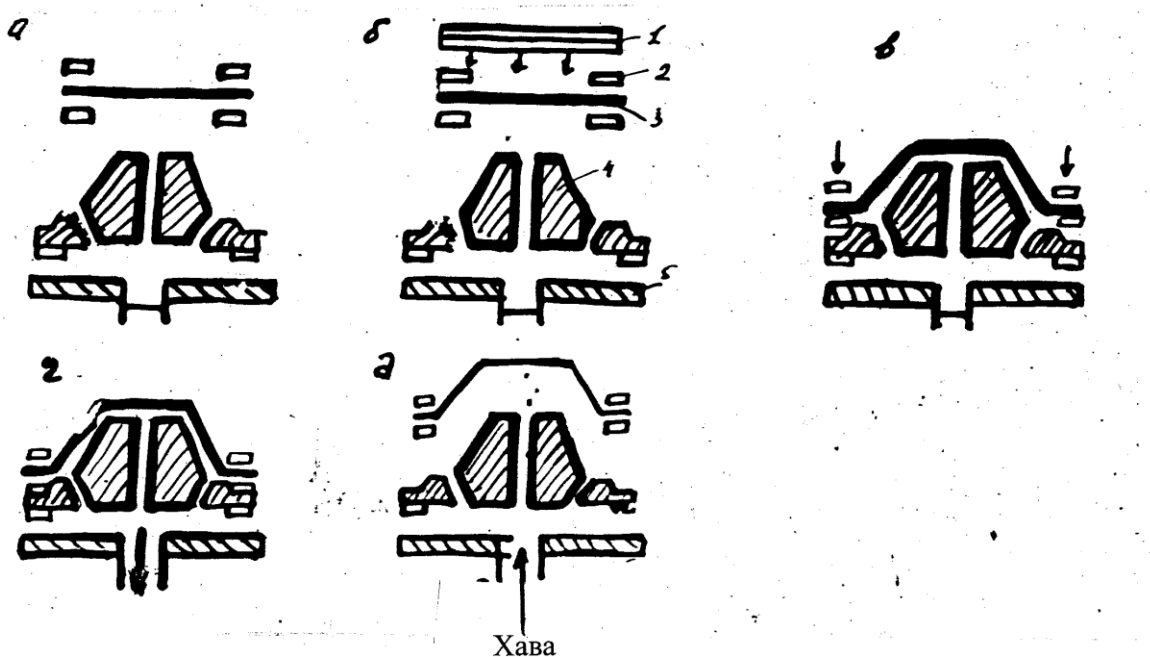
K_{ch} xuddi deformatsiya tezligi singari makromolekulaning orientatsiyalanishiga va buyumning mustahkamligiga ta'sir qiladi.



Buyumni sovutish bir yoki ikki tomonlama bo'lishi mumkin. Bu formalash usuli va buyum konstruksiyasiga boqliq. SovutiShsiqib yuboriladigan havo orqali amalga oshiriladi.

SovutiShsekin-asta amalga oShiriliShi kerak aksholda buyum qiyshayishi mumkin. Sovutish jarayonida torayish ketadi va bu polimer molekulasini orientatsiyalanish darajasiga boqliq.

Термопласт листлардан буюм шакиллашнинг операциялар буйича схемаси



а – листни маҳкамлаш; б – иситиш; в – олдиндан чузиш; г – вакуумшакиллаш; д – буюмни чикариш.
1 – иситиш мосламаси; 2 – маҳкамлаш рамаси; 3 – лист холатидаги загатовка; 4 – колип; 5 – таглик.

Kukunsimon va plastizollardan rotatsion shakllash orqali buyum olish

Rotatsion shakllash - ichi bo'sh buyumlar ishlab chiqarish usuliga kiradi. Buning uchun termoplast polimer kukun yoki pasta xolida bo'lishi kerak.

Shakllash quyidagi operatsiyalardan iborat: aniq bir miqdordagi polimer ichi bo'sh metall dan yasalgan formaga solinadi, uni ogzini bekitilib, aylantiriladi (bir yoki ikki tik tekislik yo'naliShida).

Qolip polimerning suyuqlanish haroratigacha qizdiriladi. Metall forma aylanganda polimer material bir tekisda ichki yuzaga taqsimlanishi (markazdan qochirma kuch qisobiga), zichlanishi va monolit aniq qalinlikda qoplama hosil qiladi. Bunda suyuqlanma markazdan qochirma kuch va adgeziya orqali formaga yopishadi. Sovutilgandan keyin forma ochiladi va tayyor ichi bo'sh buyum olinadi. Ikki ukli rotatsion shakllash moslamasi rasmda keltirilgan.

Rotatsion shakllash usuli bilan ichi bo'sh buyum olish, boshqa usullar bilan shunakangi buyum olishda taqqoslaganda quyidagi afzalligi bor:

- katta gabaritli buyumlar olish oson;

- buyum qalinligi deyarli bir xil;

- chiqindi yo'q desak bo'ladi;

- buyumda qoldiq kuchlanish beradi;

- moslama va uskuna narxi arzon (past);

- iktisodiy samaradorligi yuqori;

- Bu usulning kamchiligi:

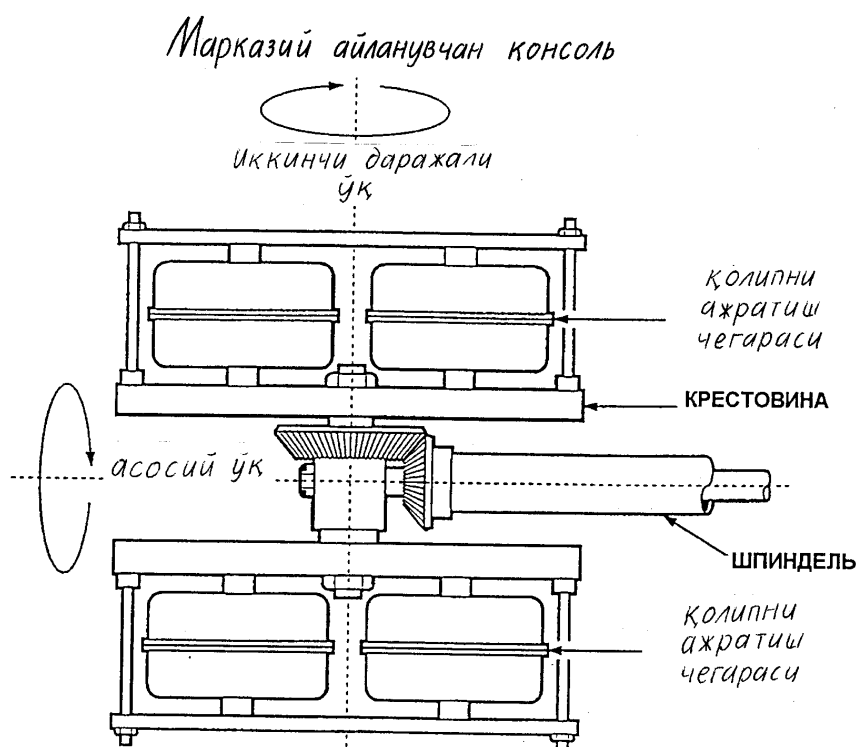
- shakllash vaqti uzoq;

- buyumda material zichligi kam (boshqa usullarga nisbatan);

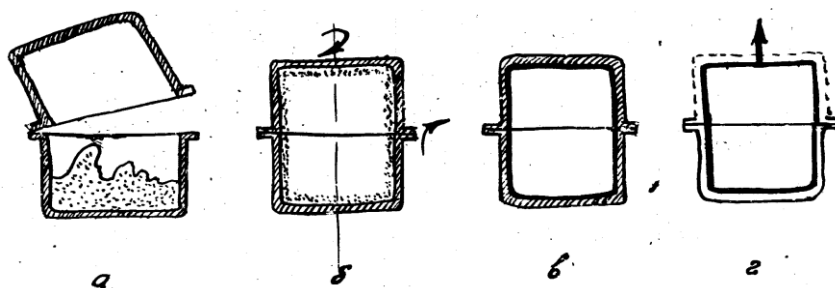
- buyum o'lchamlari tula aniq emas;

Bu usul bilan buyum olish uchun qo'llaniladigan termoplastlar (pasta xolida): polivinilxlorid, pasta va yuqori zichlikka ega bo'lgan polietilen ular aralashmasi. Uglerod kukuni bilan to'ldirilgan polietilen, poliamidlar.

Olinadigan buyumlar hajmi 500 l, devor qalinligi 16 mm gacha bo'lishi mumkin.



Rotatsion shakllanishni operatsiyalar bo`yicha sxemasi



a - qolipni xom aShyo bilan to`ldiriShholati

b - buyumni ShakllaSh

v - buyumni sovutiSh

g - buyumni qolipdan chihariSh

Puflash Orqali Shakllash.

Termoplastlardan ekstruziyalaSh (yoki bosim ostida quyiSh) orqali "eng" formada zagotovka olib, uni puflaSh orqali ichi bo`Sh buyum olish - puflaShShakllaniSh deb ataladi.

Bu usul ikki xil turda bo`liShi mumkin:

1. Trubka formadagi zagotovkani ekstruder yordamida olib, uni siqiq havo orqali puflaSh.

2. quyish maShina qolip zagotovka olib, uni Shu maShinada puflaSh.

Asosiy qo`llaniladigan polimer materiallar: polietilen polistirol, polietilentereftalat, polivinilxlorid va boshqalar. Bu materiallardan har xil idishlar, butilkalar, kanistrlar, hajmi 0, 005 dan to 500 l gacha bo`lgan idishlar olish mumkin.

Asosiy uskuna-agregat: bunga ekstruziya maShinasi, kallak, qolip Shakllovchi forma, formani yopib-ochiSh mexanizmi va puflaSh uchun pnevmosistema kiradi.

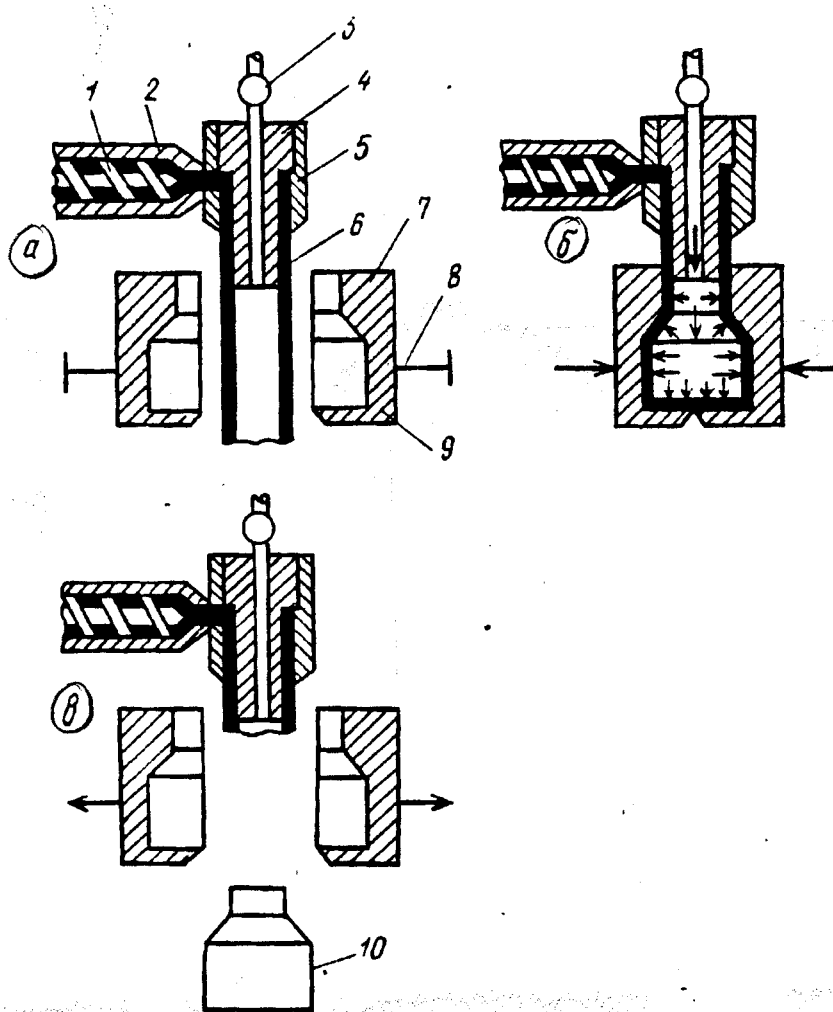
Asosiy jarayon ekstruziyalaSh usuli bilan termoplastlardan buyum olishda sodir bo`ladigan jarayonlardan deyarli farq xilmaydi.

Asosiy moxiyati - kallakdan chiqayotgan zagotovkaning old qismi bir muncha sovusa, kallakga yaqin kismi issiqroq bo`ladi, Shu sababli zagotovkani uzunasiga nisbatan puflaShhar xil bo`liShi mumkin.

SHuning uchun iloji boricha zagotovkaning qovuShqoqligini yuqori uShlaShadi (zagotovka uzilib ketmasligi uchun). Agar suyuqlanmaning oqiSh tezligi oShirilsa, unda polimer destruktseyaga uchraShi mumkin.

Jarayonning asosiy parametrlariga quyidagilar kiradi :

- ekstruziyalaShharorati;
- zagotovkaning moslamadan chiqiSh tezligi;
- zagotovkaning puflaSh darajasi;
- qolipning harorati;
- tsikl vaqti;
- agregatning ish unumi.



Ekstruzion puflash usuli bilan truba shaklidagi

zagotovkadan bo`sh idish olishsxemasi:

a - truba shaklida ekstruziya usuli bilan zagotovka olish; b - zagotovkani puflash va buyum shakllanishi; v - buyumni olish.

1 - Shnek; 2 - ekstruder tsilindri; 3 - sixilgan havo uchun kran; 4 - dorn; 5 - mundShtuk; 6 - trubka Shaklidagi zagotovka; 7 - yarimqolip; 8 - yarimqolipni yopiliShi va ochiliShi uchun moslama; 9 - press qirrasi; 10 - buyum.

III -modul. REZINA KO'P KOMPONENTLI SISTEMA SIFATIDA, UNI QAYTA ISHLASH.

3.1. KAUCHUKLAR VA ULARNING TURLARI.

Mexanik shishalanish harorati T_d – bu shunday haroratki, uning ta'sirida rezina shishalanish holatiga o'tib, yuqori elastik deformatsiyalanish qobiliyatini yo'qotadi. Bu harorat yuklash vaqti (davomiyligi) ga bog'liqdir.

DavST 12254-66 talablariga asosan, mexanik shishalanish harorati statik siqilish usulida aniqlanadi. Ushbu usulning mohiyati shundaki, rezinaning shishalanish haroratidan pastroq haroratlarda saqlangan namuna yuklanadi va 1°S/daq. tezlik bilan isitiladi va deformatsiyaning oshishi kuzatilib boriladi. Deformatsiyaning uzluksiz oshib borish haroratiga mos keluvchi harorat esa rezinaning mexanik shishalanish harorati sifatida qabul qilinadi.

Rezinaning mo'rtlik haroratini aniqlash usuli

DavST 7912-56 talablari asosida rezinaning mo'rtlik harorati aniqlanadi. Mo'rtlik harorati bu shunday haroratki, konsolli mahkamlangan past haroratlarda saqlangan namunaga zarba berilganda, u yoriladi yoki sinadi. Namunaning yorilishi yoki sinishiga mos keluvchi haroratga, uning mo'rtlik harorati deyiladi. Harorat mo'rtlik haroratidan kichik bo'lganda rezina sezilarli deformatsiyalanmasdan parchalanadi.

Rezinaning eyilishga chidamliligini aniqlash usuli

Quyidagi ikki usulda rezinaning eyilishga chidamliligini sinab ko'rish mumkin. Sirpanib ishqalanish yoki tebratib siljitish sharoitida rezinaning eyilishga sinab ko'rish mumkin.



Namuna yuzasining eyilishi sxemasi:

- sirpanib ishqalanish paytida
- tebratib siljitish paytida.

U_1 - rezina namunasining tezligi.

U_2 - kontrjism (abraziv)ning tezligi.

Ishqalanish kuchi F tangensial harakatga qarshilik ko'rsatuvchi kuch bo'lib, u ikkala jismni normal yuklama Q bilan siqilganda tegish tekisliligida hosil bo'ladi. **Ishqalanish koeffitsienti μ** quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\mu = \frac{F}{Q}$$

Ishqalanish koeffitsienti tezlikka U bog'liqdir. SHuning uchun eyilishga sinab ko'rishni quyidagi **3 ta rejimlarda** berilgan ko'rsatgichlarda o'tkazish mumkin:

1. Q va U (F bog'liq).
2. F va U (Q bog'liq).
3. F va Q (U bog'liq).

Eyilish jadalligi J vaqt birligida namuna hajmi ΔV ning kamayishi ($\text{sm}^3/\text{daq.}$) yoki eyilish tezligi $\Delta V/\Delta t$ bilan aniqlanadi.

1-rejimda eyilish tezligi ishqalanish koeffitsienti μ ga mutanosib bo'lib, 2-rejimda μ ga bog'liq emas, 3-rejimda esa μ ga teskari mutanosibdir.

Kontaktida ishqalanadigan jismlar harakatining nisbiy tezligi δ (%) ga, **siljitish** deyiladi:

$$\delta = \frac{(U_1 - U_2)}{U_1} \cdot 100\% = \frac{U}{U_1} \cdot 100\%$$

Eyilishga qarshilik β davlat standartlari (DavST 426-66 va DavST 12251-66) talablari asosida ishqalanish ishining namuna hajmining kamayishiga nisbati bilan aniqlanadi.

Eyilishga qarshilikka teskari kattalik a ga, **eyiluvchanlik** deb ataladi va m^3/J yoki $\text{sm}^3/\text{kVt}\cdot\text{soat}$ o'lchov birligida o'lchanadi. DavSt 426-66 talablariga asosan, sinov 1-rejimda va $U_2=0$ ($U=U_1$) yoki siljitish $\delta=100\%$ (haqiqiy sirpanish) da o'tkaziladi. Abrziv sifatida jilvirlash qog'ozidan yoki metall to'rdan qo'llaniladi.

Jilvirlash qog'ozida rezinaning abraziv eyilishi, to'rda esa toliqishga eyilish kuzatiladi.

Rezinaning eskirishga qarshiligini aniqlash usuli

Rezinaning eskirishi deganda, nomexanik omillar (issiqlik, nur, ozon, kislorod va boshqa tajovuzkor muhitlar) ta'sirida mexanik xossalarining qaytmas o'zgarishi tushuniladi.

Mexanik yuklamalar va nomexanik omillarning birgalikdagi ta'sirida rezinaning eskirishi kuchayadi. Eskirishni aniqlash uchun rezina namunalari tabiiy va sun'iy sharoitlarda saqlanadi. Masalan, tabiiy sharoitda namunalar ochiq havoda (DavST 11140-65) saqlanishi mumkin. Kislorod muhitida esa sun'iy eskirishni yuqori haroratlarda (DavST 271-67), ozon muhitida statik (DavST 6949-63) va dinamik (DavST 11805-66) deformatsiyalarda, cho'zilgan namunalarda nur va ozonning birgalikdagi ta'sirida (DavST 11054-64), kuchlanish relaksatsiyasi sharoitida yuqori haroratlarda statik deformatsiyalarda (DavST 9982-62, DavST 11099-64) va cho'ziluvchanlik sharoitida (DavST 10269-62) aniqlash mumkin.

Tabiiy va issiqlik ta'sirida eskirish natijalari eskirish koeffitsienti bilan aniqlanadi. **Eskirish koeffitsienti** esa rezinaning fizik-mexanik xossasini ifodalovchi ko'rsatgichlar bilan, ya'ni mustahkamligining eskirishdan keyin va oldingi kattaliklarining nisbati bilan aniqlanadi:

$$k = \frac{\sigma_e}{\sigma_o} \text{ yoki } k = \frac{\varepsilon_e}{\varepsilon_o} \text{ yoki } k = \frac{E_e}{E_o}$$

bu erda σ_e , ε_e va E_e – mos ravishda eskirgan namunaning parchalanish paytdagi cho'zilish kuchlanishi, parchalanish deformatsiyasi va YUng moduli; σ_o , ε_o va E_o – mos ravishda namunaning eskirishdan oldingi parchalanish paytidagi cho'zilish kuchlanishi, parchalanish deformatsiyasi va YUng moduli.

Rezinaning ozon va nur-ozon ta'sirida yorilishga chidamliligi yorishma paydo bo'lish vaqti va namunaning to'liq parchalanish vaqti bilan aniqlanadi. Vaqt ozonning turli konsentratsiyalarida aniqlanib, uning atmosferadagi konsentratsiyasiga ekstrapolyasiya qilinishi mumkin, hamda ballar sistemasi (yoriqlar miqdori va ularning chuqurligi) bilan baholanishi mumkin.

Kimyoviy cho'ziluvchanlikda qoldiq deformatsiyaning umumiy cho'ziluvchanlik deformatsiyasiga nisbati bilan **eskirish ko'rsatgichi** aniqlanadi.

Kimyoviy relaksatsiya sharoitida eskirish koeffitsienti namunada kuchlanishning kamayishi bilan aniqlanadi:

$$k_r = \frac{\sigma_r}{\sigma_o}$$

bu erda σ_0 va σ_τ – mos ravishda namunadagi kuchlanishlarning eskirishdan oldin va eskirishdan keyingi kattaliklari.

SHuningdek, nisbiy qoldiq deformatsiya aniqlanadi:

$$\varepsilon_{\text{qo'll}} = \frac{h_0 - h_2}{h_0 - h_1}$$

bu erda h_0 , h_1 va h_2 – mos ravishda namunaning eskirishdan oldin balandligi, eskirish paytida siqilgan namunaning balandligi va eskirishdan keyin namunaning balandligi (mm).

Qoldiq deformatsiya katta bo'lsa, eskirish darajasi shunchalik chuqur bo'ladi.

Rezinaning turli kimyoviy muhitlarda chidamliligini aniqlash usuli.

Rezinaning turli kimyoviy muhitlarda chidamliligini aniqlash uchun namunalar berilgan muhitlar (masalan, yog'-moy, tuz, ishqor, kislota va ularning suvli eritmaları) da saqlanadi. So'ng, ularning mexanik xossalarini ifodalovchi ko'rsatgichlari (mustahkamligi, deformatsiyasi, YUng moduli, qattiqligi va h.) aniqlanadi. Masalan, davlat standarti DavST 424-63 talablari asosida rezinaning cho'zilishda mustahkamligi va parchalanish paytidagi nisbiy deformatsiyasi aniqlanadi. Davlat standarti DavST 11596-65 talablari asosida esa tajovuzkor muhitlarda chidamliligi cho'ziluvchanlik tezligi va uzoqqa chidamliligi bo'yicha aniqlanadi. Mexanik xossalarining qaytmas o'zgarishini oldini olish uchun namunalar 15 daq. dan kam bo'lmagan vaqt davomida qizdirilib olinadi. So'ng, namunalar yuqori haroratlarda sinab ko'riladi. Rezinaning issiqqa chidamliligi issiqqa chidamlilik koeffitsienti bilan baholanadi, ya'ni namunaning cho'zilishda parchalanish kuchlanishi, parchalanish paytidagi nisbiy deformatsiyasi va boshqa ko'rsatgichlari yuqori haroratlarda o'lchanadi va ularning normal holatdagi ko'rsatgichlari nisbati bilan aniqlanadi.

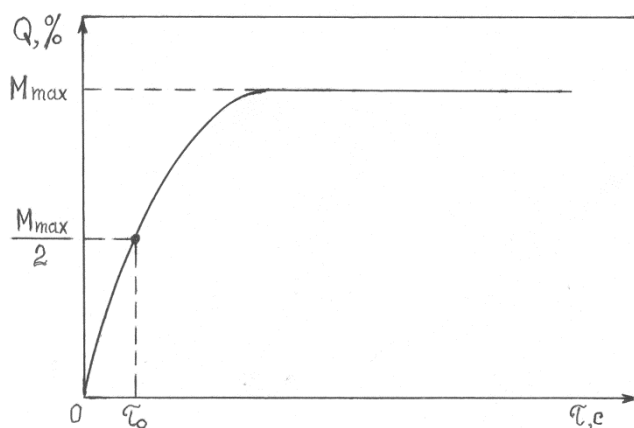
Polimer materialining kimyoviy muhitlarda fizik-kimyoviy chidamliligini aniqlash usuli.

Polimer materialining turli kimyoviy muhitlarda, masalan, suvda, tuz, ishqor, kislota va ularning suvli eritmalarida, uglevodorodlar (benzin, kerosin, yog') da fizik-kimyoviy chidamliligi davlat standarti DavST 12020-72 talablari asosida aniqlanadi. Ushbu standartning talabiga asosan namuna yupqa va uning boshqa o'lchamlari qalinligiga nisbatan bir necha marotaba katta bo'lishi kerak. Polimer materialidan kesib olingan disk yoki tasmasimon namunaning massasi m_0 analitik tarozida o'lchanadi. So'ng, uning qalinligi o'lchanadi va ma'lum haroratda suyuqlik muhitida saqlanadi. Namuna vaqti-vaqti bilan suyuqlikdan chiqarib

olinadi, yuzalari filtr qog‘oz yordamida artiladi va massasi m_τ tarozida o‘lchanadi. Namunani suyuqlikda **bo‘kish darajasi Q** quyidagi formula bilan hisoblanadi (%):

$$Q = \frac{m_\tau - m_0}{m_0} \cdot 100\%$$

Olingan natijalar asosida bo‘kish darajasining bo‘kish vaqtiga bog‘liqligi grafigi chiziladi.



Namunaning suyuqlik muhitida bo‘kish darajasining vaqtga bog‘liqligi.

Suyuqlikning diffuziya koeffitsienti D quyidagi formula bilan hisoblanadi (m^2/s):

$$D = 0.04939 \frac{\delta^2}{\tau_0}$$

bu erda δ – namunaning qalinligi, m;

τ_0 - muvozanatli bo‘kish ($M_{\max}$)ning yarmiga mos keluvchi vaqt, s.

Sorbsiya koeffitsienti quyidagi formula bilan hisoblanadi (g/m^3):

$$S = \frac{M}{V}$$

bu erda $M = M_{\max} - m_0$ - namuna yutib olgan suyuqlikning massasi, g.

V - namunaning hajmi, m^3 .

Disk shaklidagi namunaning hajmi quyidagi formula bilan hisoblanadi (m^3):

$$V = \frac{\pi d^2 \delta}{4}$$

bu erda - d diskning diametri, m.

Namunaning suyuqlikni singdiruvchanlik koeffitsienti R quyidagi formula bilan hisoblanadi ($\text{g}\cdot\text{m}/\text{m}^2\cdot\text{s}$):

$$P=D\cdot S$$

bu erda D – diffuziya koeffitsienti, m^2/s ;

S - sorbsiya koeffitsienti, g/m^3 .

SHuni alohida ta’kidlash kerakki, polimer materialining fizik-kimyoviy chidamliligiga uning tabiati, kimyoviy tarkibi, zichligi, kristallik darajasi, molekulalarining qutblanganligi, orientirlanganligi, harorat, bo‘kish darajasi, atrof-muhitning namligi va muhitning kimyoviy xossalari kuchli ta’sir ko‘rsatadi. Harorat oshgan sari polimerning bo‘kish darajasi oshib boradi. Polimer tarkibiga kiritilgan yupqa dispersli to‘ldirgichlar va polimer markomolekulalrining orientirlanishi bo‘kish darajasini kuchli pasaytiradi. Bo‘kish darajasi, diffuziya koeffitsienti, sorbsiya koeffitsienti va singdiruvchanlik koeffitsienti polimerning zichligiga, ustmolekulyar tuzilmalar (sferolitlar, fibrillar, pachkalar) va ularning o‘lchamlari hamda polimer hajmi bo‘ylab taqsimlanishiga, polimerning kristallik darajasiga bog‘liqdir.

3.2. LOK BUYOK MATERIALLAR VA PLYONKA HOSIL QILISHNING TEXNOLOGIK JARAYONLARI.

Lok va bo'yoq materiallari (LBM) ishlab chiqarish uzoq tarixga ega. Rang tasvir asarlarni ko'rib, ularning rangiga, jilosiga, tashqi ko'rinishiga va eng muhimi, shuncha asrlar o'tib, o'z jilosini yo'qotmaganligiga qoyil qolmasdan iloj yo'q. Eramizning **23-79 yillari** Pliniy mix shlyapasini bitum, tarkibida qalay saqlangan oq bo'yoq va ganch bilan qoplash yo'li bilan mixlarni emirilish (korroziya) dan muhofazalash mumkinligi haqida yozib qoldirgan edi. SHundan **2 ming yil** o'tdi va materiallarni emirilishdan muhofazalashda lok va bo'yoq materiallaridan keng qo'llanilib kelinyapti. Bundan **900 yil** oldin yozib qoldirilgan Feofil Monaxning "Turli san'atlar haqida qaydlar" asarida lok olishning quyidagi usuli bayon qilingan edi: "zig'ir moyini olov ustiga qo'yib, qatrandan qo'shing va qaynatmasdan yaxshilab pishiring. O't olishidan ehtiyot bo'ling, uni o'chirish qiyin bo'ladi. Pishirish esa 2/3 qismi qolgunga qadar davom etsin. Ushbu lok bilan ishlov berilgan rasm yoki naqsh yaltiroq, chiroyli va mustahkam bo'ladi". Mashinasozlik, asbobsozlik, kimyo, energetika, qurilish va to'qimachilik sanoatining keskin rivojlanib borishi LBM- lari sanoatini yaratishga katta turtki bo'ldi va u tez rivojlanadigan tarmoqqa aylandi. XIX-XX asrlarda LBM-lari (moyli bo'yoqlar va emallar) kichik-kichik zavodlarda va kosibchilik ustaxonalarda ishlab chiqarilgan. Ularni ishlab chiqarish uchun asosan o'simlik moylaridan, shu jumladan, oziq ovqat moylaridan va tabiiy qatronlardan qo'llanib kelingan. Hozirgi paytda LBM-larining nafaqat yalpi hajmi, balki ularning assortimenti tubdan o'zgardi: sintetik parda hosil qiluvchilarning ulushi oshib, mahsulotlarning yangi turlari (suvli dispersion, kukunsimon bo'yoqlar va b.) yaratildi. LBM-lari ishlab chiqarishda sintetik parda hosil qiluvchilardan foydalanish ushbu sanoat xom-ashyo bazasini kengaytirishga, sifatli va ishga chidamli mahsulotlar ishlab chiqarishga imkon berdi. Natijada sanoat miqyosida uzoqqa chidamli, atmosfera omillariga chidamli, issiqqa chidamli, kimyoviy muhitlarda chidamli qoplamalar, zamonaviy texnika talablariga to'liq javob bera oladigan dekorativ xossalarga ega bo'lgan lok va bo'yoqlar ishlab chiqarish muammosi echildi. Poliefirlar, epoksidli oligomerlar, oligouretanlar, oligoorganosiloksanlar, politetraftoretlen (PTFE) va boshqa materiallar asosida ishlab chiqarilayotgan lok va bo'yoq mahsulotlari ishlab chiqarilyapti. Ko'p assortimentli LBM-lari zamonaviy texnika va texnologiyalar bilan jihozlangan yangi qurilgan yoki rekonstruksiya qilingan yirik korxonalarda ishlab chiqariladi. Mahalliy LBM-lari sanoati yuqori darajada o'sib, rivojlanib bormoqda. Mamlakatimizda uning istiqbolli rivojlanish dasturi ishlab chiqildi. Kelajakda LBM-lari ishlab chiqarish umumiy hajmini oshirish, assortimentini

takomillashtirish, sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash, uzoqqa chidamliligini oshirish, ba'zi bir xom-ashyo turlari ulushini kamaytirish (masalan, o'simlik moylari ulushini, qimmatbaho va zaharli organik eritgichlardan foydalanish ulushini kamaytirish) nazarda tutilgan. Kelajakda polikondensatlanish yo'li bilan olingan sintetik parda hosil qiluvchilar asosida LBM-lari ishlab chiqarish (masalan, poliefirli, fenoformaldegidli va boshqalar), hamda arzon va yirik tonnali polimerlanish usulida olinadigan parda hosil qiluvchilar asosida LBM lari ishlab chiqarishni ko'paytirish nazarda tutilgan. Bu esa, o'z navbatida, o'simlik moylaridan foydalanishni keskin kamaytirish imkonini beradi. Tabiiy atrof-muhitni turli kimyoviy ifloslanishlardan muhofaza qilish muammosi o'z echimini kutayotgan dolzarb muammolardan hisoblanadi. Qimmatbaho va zaharli organik eritgichlardan foydalanishni kamaytirish uchun suvda suyultiruvchi, suv emulsion va kukunsimon materiallardan ko'proq foydalanish yo'li bilan ushbu muammo echilishi mumkin. Olimlarimizning hisob-kitoblariga ko'ra, dunyoda yiliga qazib olinadigan metallning 10% korroziya (emirilish) tufayli yo'qoladi. Metall buyumlari yuzasining 80% ni LBM-lari bilan qoplanadi va korroziyadan muhofazalanadi. MDH da yiliga 3 mln tonnadan ziyodroq LBM-larining 2 mingdan ko'proq turlari ishlab chiqariladi. Bu miqdor er ekvatori bo'ylab, kengligi 100 m ga teng yuzaga LBM-larini etkazish imkonini beradi. Ammo bu xalq xo'jaligining turli tarmoqlarini LBM-lariga bo'lgan ehtiyojini qondirishga etarli emas. Ushbu muammoni 2 ta yo'l bilan echish mumkin. Birinchidan, LBM-lari sifatini oshirish, ya'ni ularning uzoqqa chidamliligini oshirish yo'li bilan; ikkinchidan, LBM-larni etkazishning eng samarali usullarini ishlab chiqish yo'li bilan. Bu esa material isrofini 2-3 marta kamaytirish va yiliga 150-200 ming tonna LBM-larini tejash imkonini beradi. Hozirgi paytda yangi, ishga chidamli va sifatli LBM-larini sintez qilish, ularni buyum yuzasiga etkazish usullarini takomillashtirish, muhofaza qilish ta'siri mexanizmini tadqiq etish muammolarini echish uchun ilmiy-tadqiqot ishlari jadal olib borilmoqda. Tarkibida zaharli va yonuvchan organik eritgichlar saqlanmagan, suvda eruvchan, suv bilan suyultiriladigan va kukunsimon LBM-larini yaratishga alohida e'tibor qaratilyapti.

Lok va bo'yoq materiallari haqida umumiy ma'lumot va ularning tasnifi

Lok va bo'yoqlardan foydalanishdan asosiy maqsad quyidagilardan iborat.

1. Materiallarni tashqi muhit omillari ta'siridan muhofazalash (masalan, metall buyumlarni emirilish (korroziya) dan, yog'ochni chirishdan muhofazalash va h.).
2. Materiallarning elektroizolyasion xossalarini yaxshilash.

3. Materiallarning nurni sezish ko'rsatkichlarini oshirish.
4. Turli mikroorganizmlar ta'siriga chidamliligini oshirish.
5. Issiqlik ta'siriga chidamliligini oshirish.

SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, dunyoda ishlab chiqariladigan LBM laridan **80%** ni materiallarni korroziyadan muhofazalash maqsadida qo'llaniladi.

Lok va bo'yoq materiallari (LBM) olishda quyidagi parda hosil qiluvchi sistemalardan foydalaniladi.

1. Parda hosil qiluvchi moddalarning organik eritgichlarda eritilgan eritmalaridan. Ularga, bir fazali parda hosil qiluvchi sistemalar deyiladi.
2. Parda hosil qiluvchi moddaning suvli dispersiyalaridan.
3. Organodispersiyalaridan.
4. 100% li parda hosil qiluvchi sistemalardan.

Hozirgi paytda bir fazali parda hosil qiluvchi sistemalar keng tarqalgan bo'lib, ular parda hosil qiluvchi moddaning organik eritgichlarda eritilgan eritmasidir. Ularning asosiy kamchiligi shundaki, qo'llaniladigan organik eritgichlari zaharli, yong'inga va portlashga xavfli bo'lib, qoplamani qotirishda atmosfera havosi bilan aralashib, uni kuchli ifloslantiradi. SHuning uchun hozirgi paytda lok va bo'yoq ishlab chiqarish sanoatida tarkibida eritgich saqlanmaydigan yoki kam saqlanadigan kompozitsiyalarni yaratish istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Polimerlarni va oligomerlarni organik eritgichlarda eritishda termodinamik muvozanatli bir fazali sistemalar hosil bo'ladi, ya'ni molekulyar-dispersli komponentlari bilan haqiqiy eritmaları hosil bo'ladi. Ularning tarkibida eritgichning miqdori 10 % dan 90%(mas.) ni tashkil etishi mumkin. Parda hosil qiluvchi sistemalarning ushbu turi quyidagi afzalliklarga ega.

1. Ularni parda hosil qiluvchi sistemalarning qariyb barcha turlaridan hosil qilish oson va ishlab chiqarish texnologiyasi oddiy. Ushbu sistemalar, odatda, yuzada yaxshi oqish qobiliyatiga ega bo'lib, bu hodisa organik eritgichlarning sirt tarangligining kichikligi bilan izohlanadi.
2. Organik eritgichlar qoplama hosil bo'lish jarayonida pardadan nihoyatda oson bug'lanib chiqadi, chunki ularning bug' hosil qilish issiqligi uncha yuqori emas. Ammo shu bilan birga ushbu sistemalar kamchiliklardan xoli emas. Ular zaharli va yong'inga xavfli bo'lib, qoplamani quritish yoki qotirishda ushbu materiallardan qo'llanilganda, LBM massasidan eritgichlarning qaytmas isrofi 50-60% va hatto undan yuqori bo'lishi mumkin. SHuning uchun oxirgi yillarda LBM-lari tarkibida asosiy moddaning miqdorini oshirish, ya'ni parda hosil qiluvchining ulushini oshirishga katta e'tibor qaratilyapti. Parda hosil qiluvchi sistemalar uchun eritgichni tanlab olishda ularning eritish qobiliyatlari va organik suyuqliklarning bug'lanish tezligi, LBM-ning texnologik xossalari, iqtisodiy omillar hamda

xavfsizlik texnikasi qoidolari va talablari (yongʻinga va portlashga xavfliligi, zaharliligi) va ekologiya talablari inobatga olinadi. SHuni alohida taʼkidlash kerakki, polimerlar uchun eritgichlarni tanlab olish uchun ularning kimyoviy tarkibi va tizimi inobatga olinadi. Polimerning va organik suyuqlikning kimyoviy tarkibi va tizimi bir biriga yaqin boʻlsa, eritish jarayoni osonlashadi, yaʼni “oʻxshash oʻxshashda eriydi!” degan empirik qoida mavjud. Organik suyuqliklarni u yoki bu polimerni eritish qobiliyatini miqdoriy jihatdan aniqlash uchun olimlarimiz koʻp uringanlar. Buning uchun kogeziya energiyasining zichligi D_k tushunchasidan qoʻllaniladi. Kogeziya energiyasi E_k – bu molekulalararo barcha kontaktlarni parchalanishga sarflanadigan energiya boʻlib, 1 mol moddaga nisbati bilan aniqlanadi (kJ/mol). Eritgichlar uchun esa bu energiya bugʻlanish energiyasiga tengdir. Uni mol hajmi V_m birligida (m^3/mol) olib, kogeziya energiyasining zichligi D_k ni quyidagi tenglamadan hisoblash mumkin (kJ/mol):

$$D_k = \frac{E_k}{V_m}$$

bu erda E_k - kogeziya energiyasi, **kJ/mol**;

V_m - **1 mol** moddaning hajmi, **m^3** .

Ammo polimerlarni va organik suyuqliklarni oʻzaro erituvchanligini aniqlashda kogeziya energiyasining zichligi (D_k) dan qoʻllanilmaydi, balki erituvchanlik omili (parametri) δ dan qoʻllaniladi:

$$\delta = (D_k)^{1/2}$$

Organik suyuqliklarning erituvchanlik parametri δ , odatda, bugʻlanish issiqligi boʻyicha aniqlanadi:

$$\delta = \left[\frac{(\Delta H - RT)}{V} \right]^{1/2}$$

bu erda ΔH - bugʻlanish entalpiyasi, **kJ/mol**.

Maʼlumki, polimerni bugʻlantirib boʻlmaydi, shuning uchun uning erituvchanlik parametri bilvosita usullar bilan aniqlanadi. Masalan, erituvchanlik parametri maʼlum suyuqliklarda polimerni eritish yoki boʻkishi boʻyicha aniqlanadi, yoki polimerdagi atomlar guruhining kogeziya energiyalarining yigʻindisini hisoblab chiqish yoʻli bilan aniqlanishi mumkin. Buning uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

$$\delta = \frac{(\rho \cdot \Sigma \cdot F_i)}{M}$$

bu erda ρ - polimerning zichligi, **kg/m³**; F_i - alohida guruhlarning kogeziya energiyasiga qo'shiladigan ulushi, **(MJ/m³)^{1/2}/mol**; **M** - polimerdagi takroriy bo'g'inning molyar massasi, **kg/mol**.

Agar aralashtirishning molyar entalpiyasi ΔH nulgga yaqin bo'lsa, komponentlarning har qanday nisbatida polimer erishi mumkin. Aralashtirishning molyar entalpiyasi quyidagi tenglama yordamida aniqlanishi mumkin:

$$\Delta H = (\delta_1 - \delta_2)^2 \cdot V \cdot \phi_1 \cdot \phi_2$$

bu erda δ_1, δ_2 - mos ravishda polimer va suyuqlikning erituvchanlik parametrlari; ϕ_1, ϕ_2 - mos ravishda polimer va suyuqlikning hajmiy ulushlari; $\beta = (\delta_1 - \delta_2)^2$ - qovushuvchanlik parametri deyiladi. Qovushuvchanlik parametri qanchalik kichik bo'lsa, ya'ni erituvchanlik parametrlari orasidagi farq qanchalik kichik bo'lsa, komponentlarning qovushuvchanligi shunchalik yaxshi sanaladi. Organik suyuqliklarning erituvchanlik parametrlari δ ba'zi bir alohida polimerlarnikiga yaqin bo'lganda, ya'ni kimyoviy tarkiblari bir-biriga yaqin bo'lganda, darhaqiqat, ularning yaxshi eritgichlari bo'la oladi. Masalan, polivinilxlorid ($\delta=19,1$) dixloretan ($\delta=19,6$) va o-dixlorbenzol ($\delta=20,6$) da eriydi. Poliolefinlar (polietilen ($\delta=15,9$) va polipropilen ($\delta=16,2$)) alifatik uglevodorodlarda (geksan ($\delta=14,6$) va oktan ($\delta=15,1$)) da eriydi. Polistirol ($\delta=18,2$) esa benzolda va toluolda ($\delta=18,2$) eriydi. Atseton ($\delta=20,0$) va dioksan ($\delta=20,0$) epoksid oligomerlarning ($\delta=19,8$) yaxshi eritgichlari sanaladi. Ammo muhandislik amaliyotida shunday holatlar ham bo'ladiki, polimer va eritgichning erituvchanlik parametrlari bir-biriga yaqin, ammo polimer eritgich ta'sirida erimasligi mumkin. Masalan, polistirol ($\delta=18,2$) ketonlarda (metiletilketon uchun $\delta=18,6$, atseton uchun esa $\delta=20,0$) erimaydi. Bu hodisa, ko'pincha polimer-eritgich sistemasida kuchli o'zaro ta'sirlanishlarning mavjudligi bilan izohlanadi. Erituvchanlik kriteriyasini ishlab chiqishda mana shu o'zaro ta'sirlanishlarning mavjudligi inobatga olinmagan. O'ziga xos o'zaro ta'sirlanishlarga polimer va eritgich orasida funksional guruhlar ishtirokida hosil bo'ladigan vodorod va koordinatsion bog'lar, gidroksilli, karboksilli, murakkab efirli, epoksidli, uretanli, aminli, amidli va boshqa bog'lar kiradi. Bunday sistemalar uchun kogeziya energiyasining zichligi erituvchanlik kriteriyasi bo'la olmaydi.

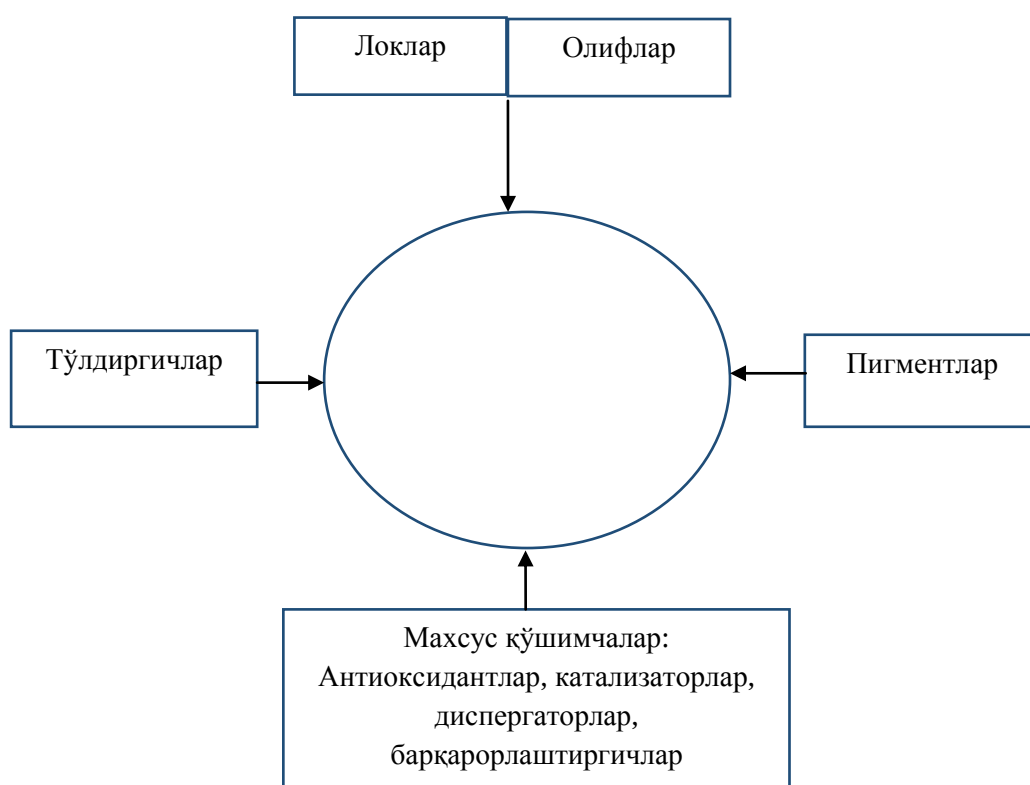
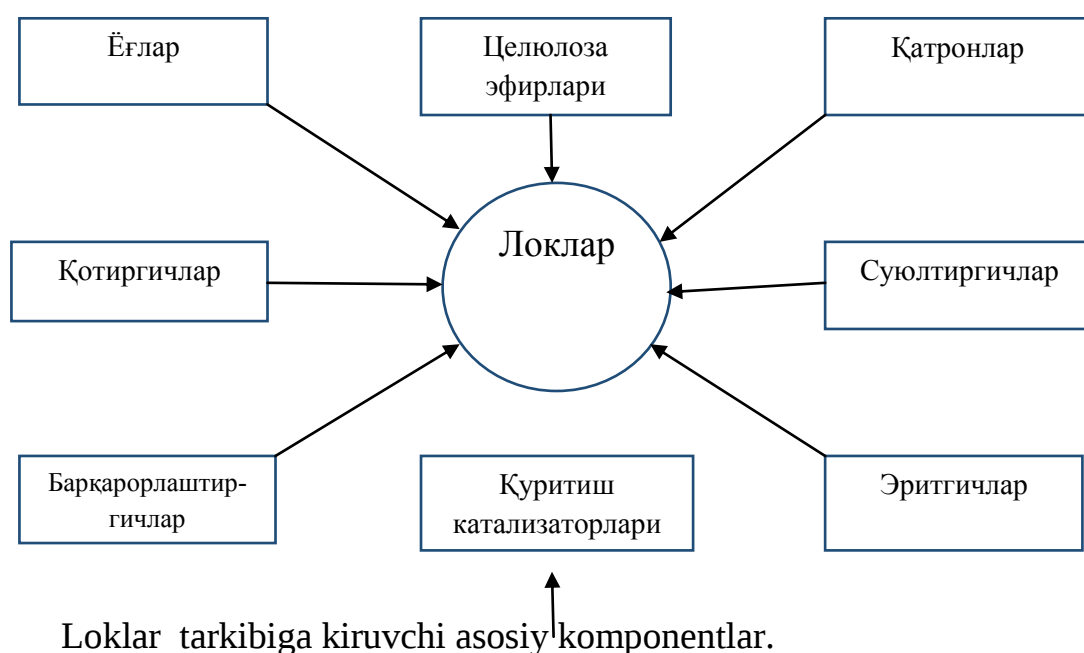
Turli xarakterli molekulalararo ta'sirlanishlarni inobatga olish uch o'lchamli erituvchanlik parametrlarini paydo bo'lishiga olib keldi. Ushbu parametr **uchta** xususiy parametrlar kattaligining vektor yig'indisidan iborat:

$$\delta^2 = \delta_d^2 + \delta_p^2 + \delta_h^2$$

bu erda δ_d - dispersion o‘zaro ta’sirlanishlarni inobatga oluvchi parametrlar;

δ_p - qutblangan molekulalarga xos bo‘lgan dipolli va induksion o‘zaro ta’sirlanishlarni inobatga oluvchi parametrlar; δ_h - vodorod bog‘lar bilan o‘zaro ta’sirlanishlarni inobatga oluvchi parametrlar. LBM-lari ko‘p komponentli moddalar bo‘lib, ularni buyum yuzasiga yuqqa qatlam ko‘rinishga etkazilganda, kompleks xossalarga ega bo‘lgan qoplama shakllanadi. Har qanday LBM-lari negizini (asosini) parda hosil qiluvchi modda tashkil qiladi. Uni qattiq yuzaga etkazishdan keyin kimyoviy va fizik jarayonlarning kechishi natijasida yuzada yaxshi adgeziyalangan yaxlit parda hosil bo‘lib, u muhofazalash, dekorativ va boshqa xossalarga ega bo‘ladi. Parda hosil qiluvchi modda sifatida, odatda, yuqori molekulyar tabiiy va sintetik moddalardan qo‘llaniladi. LBM-lari olishda parda hosil qiluvchi moddalarni yuzaga etkazishni qulay bo‘lishi uchun ular parda hosil qiluvchi sistemaga (shaklga) aylantiriladi. Bunday sistemalar organik suyuqliklarda yoki suvda eritilgan parda hosil qiluvchilarning eritmaları yoki dispersiyalaridan tarkib topgandi. Ammo shunday sistemalar ham borki, ularning tarkibida eritgich yo‘q, ya’ni parda hosil qiluvchi sistemalar faqatgina parda hosil qiluvchi moddadan tarkib topgan. Bunday sistemalar monomerlar yoki kukunsimon materiallar (aerodisperslar) asosida olingan parda hosil qiluvchi moddalar misol bo‘la oladi. Bunday sistemalar, **100% li** parda hosil qiluvchi sistemalar deyiladi. LBM-lari tarkibiga parda hosil qiluvchi moddadan tashqari, pigmentlar, to‘ldirgichlar hamda maxsus qo‘shilmalar kiritiladi. LBM-lari tarkibiga pigmentlardan qo‘shiladi. Pigmentlar turli ranglarga bo‘yalgan yuqori dispersli (nihoyatda yuqqa yanchilgan) moddalar bo‘lib, parda hosil qiluvchida ham, suvda ham va eritgichlar ta’sirida ham erimaydi. Ular qoplamaga rang (tus) beradi, qoplama tiniqmas (xira) bo‘ladi, qoplamaning mustahkamligini va eksplutatsion xossalarini oshiradi. LBM-lari yaratishda, asosan tabiiy yoki sun’iy yo‘llar bilan hosil qilinadigan anorganik pigmentlar (**TiO₂**, **ZnO**, **Fe₂O₃** va boshqalar) dan yoki metall tuzlar (rux xromati, kadmiy sulfidi va boshqalar), texnik uglerod (saja) dan, metall kukunlari (alyuminiy pudrasi, rux changlari) dan qo‘llaniladi. Bundan tashqari, organik pigmentlardan, (masalan, yashil va ko‘k ftalotsianinli va b.) keng qo‘llaniladi. Ular qoplamaga chiroyli tiniq rang bag‘ishlaydi. LBM-lari tarkibiga yuqori dispersli anorganik moddalardan ham qo‘shiladi. Ular pigmentlarga o‘xshagan parda hosil qiluvchi moddaga ham, suv va eritgichlarda ham erimaydi. Ammo ular pigmentlardan farqli o‘laroq, qoplamani noshaffof qilmaydi. To‘ldirgich sifatida tabiiy (bo‘r, slyuda, talk, kaolin) va sun’iy moddalar (alyuminiy oksidi, bariy sulfati) dan keng qo‘llaniladi. LBM-lari

tarkibiga to'ldirgichlardan qo'shishdan asosiy maqsad – eritma qovushqoqligini, yoyishini va boshqa ko'rsatkichlarini yaxshilash, hamda qoplamaning mustahkamligini, namlikka, nurga, issiqqa chidamliligini va boshqa xossalarni oshirishdan iborat. SHuni ham alohida eslatib o'tish kerakki, pigmentlarga nisbatan to'ldirgichlarning narxi arzonroq bo'lib, ulardan LBM-lari narxini pasaytirish va pigmentlar sarfini kamaytirish maqsadida qo'llaniladi.



EMALLAR, BO‘YOQLAR,
GRUNTOVKALAR,
SHPATLYOVKALAR

Emallar, bo‘yoqlar, gruntovkalar va shpatlyovkalar tarkibiga kiruvchi komponentlar.

Qo‘llanish sohasi va maqsadiga qarab, LBM-lari tarkibiga maxsus qo‘shimlardan ham qo‘shiladi. Ular quyidagi turlarga bo‘linadi.

1. Qoplama elastikligini oshiruvchi qo‘shimlar (plastifikatorlar).
2. Qoplamaning issiqlik va yorug‘lik ta’siriga chidamliligini oshiruvchi qo‘shimlar (termobarqarorlashtirgichlar va nurga barqarorlashtirgichlar).
3. Qoplamaning eskirishini oldini oluvchi qo‘shimlar (antioksidantlar).
4. Qoplamani o‘t (olov) ga chidamliligini oshiruvchi qo‘shimlar (antipirenlar).
5. LBM-larini yuzaga etkazishda texnologik xossalarini yaxshilovchi qo‘shimlar (yoyilishini yaxshilovchi qo‘shimlar, tiksotrop qo‘shimlar va boshqalar).

LBM-lari qo‘llanish sohalari va tarkibiga qarab, **5 ta guruhlarga** bo‘linadi.

1. Loklar.
2. Emallar.
3. Bo‘yoqlar.
4. Gruntlar (gruntovkalar).
5. SHpatlyovkalar.

Lok deganda, tarkibida pigmentlar va to‘ldirgichlar saqlamagan organik eritgichlarda eritilgan parda hosil qiluvchi moddalarning eritmalari tushuniladi. Ular, asosan, tiniq (shaffof) qoplamalar olishda qo‘llaniladi.

Emallar esa loklardagi pigmentlar suspenziyasi yoki pigmentlar va to‘ldirgichlar qorishmasidir. Emallardan qoplamalarni tashqi qatlamini hosil qilishga (gruntovka va shpatlyovka qilingandan so‘ng) qo‘llaniladi.

Emallarning asosiy funksiyasi – qoplamaga kerakli rang (tus) berish, noshaffoflik berish va tashqi ta'sirlarga chidamlilik xossalarini berishdan iborat.

SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, parda hosil qiluvchi moddalar sifatida qo'llanilgan o'simlik moylari yoki ularni qayta ishlash mahsulotlari LBM-larining ushbu turiga kiritilmaydi.

LBM-lari sanoatining keskin rivojlanib borishi, “bo'yoq” atamasiga berilgan ta'rifni o'zgartirdi. Oldin, bo'yoq deb, parda hosil qiluvchi moddalar (masalan, o'simlik moylari va alif (moyli bo'yoqlar)) da faqatgina pigmentlar suspenziyasi tushunilgan. Hozirgi paytda esa bo'yoq atamasi kengayib, unga polimerlarning suvli dispersiyasi asosida olingan pigmentlantirilgan LBM-lari (suvli dispersion bo'yoqlar) va aerodisperslar (kukunsimon bo'yoqlar) ham qo'shildi.

Gruntlar deganda, pigmentirilgan LBM-lari hosil qiladigan taglikka tegib turadigan lok va bo'yoq qatlami (quyi qatlami) tushuniladi.

Gruntlarga qo'yiladigan **asosiy talablar 2 ta**.

1. Gruntlar bo'yaladigan yuzaga va unga tegib turgan yuqori qatlamga yaxshi adgeziya bo'lishi kerak.
2. Gruntlar yuqori antiakorroziya qo'rsatgichlarga ega bo'lishi kerak.

SHpatlyovkalar – bo'yaladigan yuzani tekislashga mo'ljallangan yuqori darajada to'ldirilgin LBM-laridir. SHpatlyovkalar parda hosil qiluvchi moddalarga nisbatan to'ldirgich va pigmentlar bilan yuqori darajada to'ldirilgan (5:1 dan to 12:1 gacha) LBM-dir.

SHpatlyovkalarda to'ldirgich sifatida bo'r, talk, kaolin, barit va boshqalardan, pigment sifatida esa ruxli oq bo'yoq (belila), lipoton, hamda arzon tabiiy rangdor pigmentlardan (oxra – sariq yoki rangli bo'yoq, mo'miyo va boshqalardan) qo'llaniladi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, emallar, bo'yoqlar, gruntovkalar va shpatlyovkalar pigmentirlangan (to'ldirilgan) LBM-laridir.

Barcha LBM-lari parda hosil qiluvchilarning tabiatiga qarab, **26 ta turlarga** bo'lingan bo'lib, har bir tur harflar bilan ifodalangan va LBM-lari quyidagi guruhlariga bo'linadi.

1. Gliftalli LBM-lari (GF).
2. Pentaftalli LBM-lari (PF).
3. Epoksidli LBM-lari (EP).
4. Poliuretanli LBM-lari (UR).

5. Poliakrilatli LBM-lari (AK).
6. Nitrotsellyulozali LBM-lari (NS).
7. Kremniy organik LBM-lari (KO).
8. Perxlorvinilli LBM-lari (XV).
9. Kauchukli LBM-lari (KCH).
10. Moyli LBM-lari (MA).

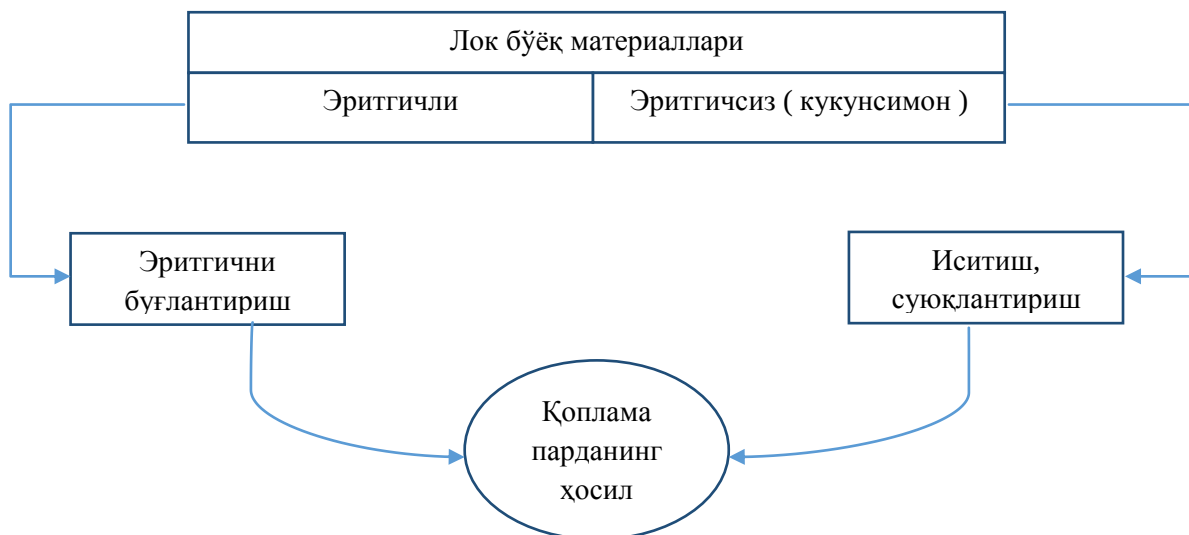
LBM-lari qo'llanilishiga qarab quyidagi guruhlarga bo'linadi.

1. Atmosfera omillari ta'siriga chidamli LBM-lar.
2. Suv ta'siriga chidamli LBM-lar.
3. Maxsus LBM-lar.
4. Kimyoviy muhitlarda chidamli LBM-lar.
5. Issiqqa chidamli LBM-lar.
6. Elektr izolyasiyalovchi LBM-lar.

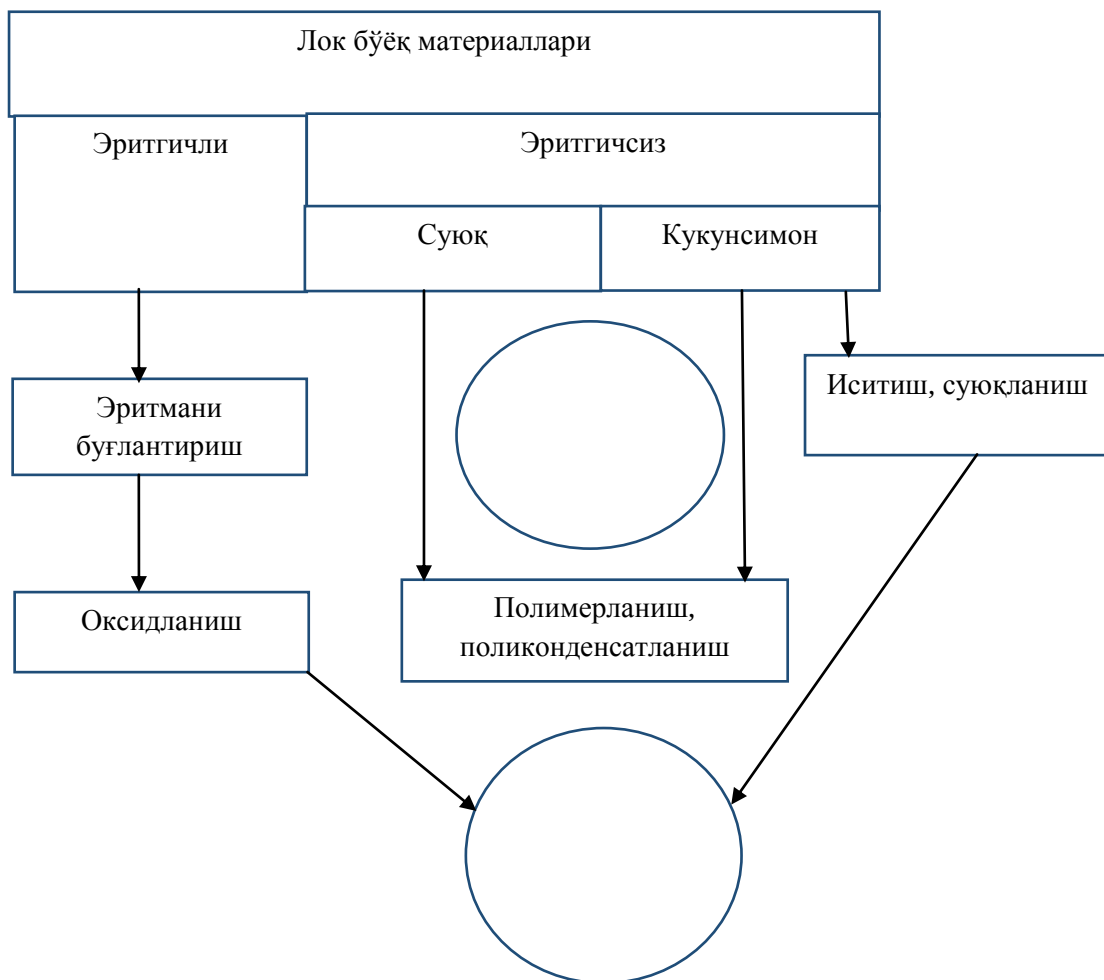
LBM-lari do'koniga kirganimizda, banka yoki turli sig'implarda yozilgan quyidagi yozuvlarga ko'zimiz tushadi: GF-020, PF-0030, EP-140, KO-811 va hokazo.

Iste'molchilar ularni yaxshiroq anglab olishlari uchun LBM-larining ifodalash yoki belgilash sistemasi ishlab chiqilgan. Ammo bunday belgilanishlar etarli emas, chunki gruntlash gliftal (GF) bog'lovchilar asosida ham, akrilatli (AK) bog'lovchilar asosida ham, kremniy organik bog'lovchilar (KO) asosida ham, hosil qilinishi mumkin. SHuning uchun belgilash harflari bilan birga raqamlar ham yoziladi va ular LBM-larini qaysi maqsadlar uchun ishlatilishini ifodalaydi. LBM-larining qo'llanish sohalari alohida raqamlar bilan ifodalanadi. Masalan, atmosfera omillari ta'siriga chidamli bo'lgan LBM-lari 1 raqami bilan, kimyoviy muhitlarda chidamli bo'lgan LBM-lari 7 raqami bilan, issiqqa chidamli turlari esa 8 raqami bilan ifodalanadi va hokazolar. Sanoatda LBM-larining nomlanishi (markasi) harflar bilan ifodalangan guruhidan va bir-nechta raqamlardan iborat bo'lib, ularning birinchisi qo'llanish sohasini, boshqalari esa materiallarni qayd qilishda tartib raqamini ifodalaydi. Masalan, gruntlash – 0, shpatlyovka – 00, atmosfera omillariga chidamli LBM-lari – 1, atmosfera omillariga chidamliligi cheklangan LBM-lari – 2, suvga chidamli – 4, maxsus LBM-lari – 5, yog', moy va benzinga chidamli LBM-lari – 6, kimyoviy muhitlarda chidamli LBM-lari – 8, elektro izolyasion LBM-lari – 9. Ushbu raqamlardan so'ng yozilgan raqamlar LBM-larini ishlab chiqarilgan zavod yoki korxonada retseptura nomerini, ya'ni

materialning tarkibini ifodalaydi. Demak, GF-020 – gliftalli (GF) gruntlash (0) 20-chi retseptura; AK-070 – poliakrilatli (AK) gruntlash (0) 70-chi retseptura; EP-140 – epoksidli (EP) atmosfera omillariga chidamli (1) 40-chi retseptura, KO-811 – kremniy organik (KO) issiqqa chidamli (8) 11-chi retsepturani anglatadi. Parda hosil qiluvchilar sifatida elastik polimerlar (sellyuloza efirlari, perxlorvinil qatroni, poliakrilatlar, ftoroplastlar, xlorlangan kauchuk va boshqalar) dan qo'llaniladi. Ushbu polimerlar asosida qaytar qoplamalar olinadi. Masalan, tirnoqqa surtiladigan lok selluloza nitrati asosida olinadi. Uni tirnoqlardan olib tashlash uchun paxtani atseton bilan ho'llab, tirnoqni tozalash mumkin. YA'ni, boshqacha aytganda, qaytar qoplamalar organik suyuqliklarda eruvchan bo'ladi. Qaytmas qoplamalar ham bo'ladi. Ularni metall yuzalaridan olib tashlash nihoyatda qiyin. Masalan, poliuretanlar asosida olingan bo'yoqlar maxsus faol, ya'ni kuchli ta'sir etuvchi eritgichlar yordamida metall yuzasidan olib tashlanishi mumkin. Demak, poliuretanlar asosida olingan bo'yoqlar qoplamasi qaytmas qoplamalar bo'lib, ular bikr va qattiq, organik eritgichlarda yomon eriydi yoki umuman erimaydigan bo'ladi. Qaytmas qoplamalar makromolekulalari tikilgan yoki uch o'lchamli polimerlar asosida olinadi. Ularning makromolekulalari o'zaro kimyoviy bog'lar bilan bog'langan bo'lib, "to'rlar" hosil qiladi. Bunday polimerlar polikondensatlanish reaksiyasi natijasida monomerlarning reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega bo'lgan guruhlar bilan o'zaro ta'sirlanishi tufayli hosil bo'ladi. Reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega bo'lgan guruhlar (gidroksil ON guruhlar, karboksil guruhlar SOON, aminoguruhlar NH₂, epoksid guruhlar va boshqalar) **2 tadan** kam bo'lmasligi kerak. Polikondensatlanish reaksiyasi davomida suv, ammiak, HCl va boshqa moddalar ajralib chiqishi mumkin. Polikondensatsion qatronlarning asosiy vakillari gliftalli va pentaftalli qatronlar hisoblanadi. Ular glitserindan (funktional ON guruhleri saqlangan), ftal kislotasidan (karboksil guruhleri saqlangan) va o'simlik moylarining yog'li kislotalaridan olinadi. Bunday yog' moyli birikmalar alkid qatronlar uchun modifikator vazifasini o'taydi va ularga o'ziga xos xossalarni beradi. Ma'lumki, lok va bo'yoq materiallari xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida keng qo'llaniladi. YUqorida alohida ta'kidlab o'tganimizdek, LBM-larining turlari xilma-xil bo'lib, ular parda hosil qiluvchi moddalarning turiga qarab, turli xossalarga egalar. SHuning uchun ularning har biriga alohida-alohida to'xtalib o'tamiz.



Qaytar qoplamalar hosil bo‘lish jarayoning ko‘rinishi.



Pardaning

hosil bo'lishi

Pardaning hosil bo'lishi

Qaytmas qoplamalar hosil bo'lish jarayoning ko'rinishi.

Atmosfera omillari (namlik, kislorod, UB-nurlari, harorat va h.) ta'siriga chidamli LBM-lari olish uchun yog'li, alkidli, poliakrilatli, nitrotsellyulozali, melaminoalkidli, perxlorvinilli, epoksidli, poliuretanli, kremniy organik parda hosil qiluvchilardan qo'llaniladi. Bunday mahsulotlar **2-6 yil** davomida atmosfera omillari ta'sida o'z xossalarini yo'qotmaydi va shuning uchun ulardan inshootlarni va turli mashina va mexanizmlarni bo'yoshda keng qo'llaniladi. Korroziyaga qarshi LBM-lari olish uchun alkidli, poliakrilatli, fenoloyog'li, epoksidli, perxlorvinilli, epoksiefirli va b. parda hosil qiluvchilardan foydalaniladi. Ular po'lat, alyuminiy magniy, mis va boshqa qotishmalardan olingan buyumlarni atmosfera omillari va dengiz suvlari keltirib chiqaradigan korroziya (emirilish) dan muhofaza qilishga mo'ljallangan. SHuni alohida ta'kidlab o'tish kerakki, kimyoviy muhit deganda, suv, ishqor, tuz, kislota va ularning suvli eritmaları, shuningdek uglevodorodlar muhiti tushuniladi. Kimyoviy muhitlarga chidamli LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchilar sifatida polivinilxlorid, xlorkauchuk, fenolli va bitumli birikmalar, ftororganik va epoksid qatronlaridan foydalaniladi, chunki ular kimyoviy muhitlarda chidamlidir. Ular asosida olingan LBM-lari metall va nometall buyumlarni turli kislotalar, ishqorlar, zaharli ximikatlar, o'g'itlar va kimyoviy birikmalardan muhofazalashga mo'ljallangan. Benzin, kerosin va yog'lar ta'siriga chidamli LBM-lari olish uchun epoksidli, epoksikauchukli, poliuretanli, perxlorvinilli, polivinil-butiralli, ftororganik, fenolli va b. parda hosil qiluvchilardan foydalaniladi. Ushbu moddalar asosida olingan LBM-lari uzoq vaqt davomida benzin, kerosin va mineral yog'larda bo'kmaydi (ularni shimib olmaydi) va shuning uchun buyumlarni ichki sirtlari (yuzalari) ni muhofazalashga, baklar va quvurlarni muhofazalashga mo'ljallangan. Issiqlik ta'siriga chidamli LBM-lari olish uchun kremniyorganik, polivinilbutiralli, epoksidli, ftororganik, fenoloyog'li va boshqa parda hosil qiluvchilardan foydalaniladi. Ular uzoq vaqt davomida 200 dan 600°C gacha haroratlar oralig'ida muhofazalash va dekorativ xossalarini saqlaydi. Ulardan tutun chiqaruvchi quvurlarni, yuritmalarning isiydigan qismlarini, avtoklavlarni, elektr o'choq (pech) larni bo'yashga keng qo'llaniladi. O'tdan muhofozalovchi LBM-lari olish uchun fenolokauchukli, polivinilxloridli, fenoloalkidli va boshqa parda hosil qiluvchi moddalardan qo'llaniladi. YOg'och, gazlama, Polimer va boshqa yonuvchan

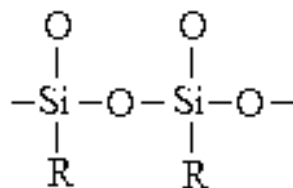
materiallarni yonishdan saqlash yoki yonish jarayonini sekinlashtirishga, ba'zi-bir turlari esa issiqlikdan muhofazalash maqsadida qo'llaniladi. Issiqlikni rostlovchi LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi moddalar sifatida asosan poliakrilatli va kremniyorganik moddalardan qo'llaniladi. Buyum yuzasidagi haroratni yuzadan issiqlikning jadal nur kabi tarqalishi hisobiga rostlaydi. Ba'zi bir qoplama turlari buyum yuzasiga kelib tushadigan nurlar va issiqlik energiyasini qaytarish qobiliyatiga ega. YOrug'likni qaytaruvchi LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi moddalar sifatida poliakrilatli, kremniyorganik, nitrotsellyulozali va boshqa parda hosil qiluvchilardan foydalanish mumkin. Ushbu mahsulotlar 90-95% gacha Quyosh radiatsiyasini yoki boshqa nurli manbalardan chiqadigan nurlarni qaytarish qobiliyatiga ega bo'lib, samolyotlar, refrijeratorlar, astronomik gumbazlar va b. buyumlar yuzasidagi haroratni pasaytiradi. Nur chiqaruvchi (yaltiroq) LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi moddalar sifatida poliakrilatli va domar qatronidan foydalaniladi. Olingan mahsulotlar asbobsozlik sanoatida, uchuvchan va er yuzidagi transport vositalarida ob'ektni ko'rishni oshirish uchun qo'llaniladi. Elektr izolyasion LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi moddalar sifatida epoksidli, fenoloalkidli, poliuretanli, bitumli, ftoroorganik, kremniyorganik va b. birikmalardan qo'llaniladi. Bunday mahsulotlar dielektr ko'rsatkichining yuqoriligi tufayli boshqa LBM-laridan tubdan farq qiladi. Ulardan radiotexnika va elektrotexnikada, televizion texnikada va turli elektr qurilmalari detallarining izolyasiya qilishda keng qo'llaniladi. Vaqtincha yoki buyumdan olib tashlanadigan LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi moddalar sifatida polivinilxloridli, poliakrilatli va kauchukli latekslar, alkidli, melaminostirolli va b. birikmalaridan qo'llaniladi. Bu mahsulotlar vaqtincha himoyalovchi qoplama sifatida qo'llaniladi. Ularni mexanik usulda oson chetlashtirish yoki olib tashlash mumkin. Turli mahsulotlarni hamda metall yarim mahsulotlarni saqlash uchun qo'llaniladi. Radioshaffof LBM-lari, odatda, elektromagnit energiya, ya'ni radioto'lqinlarni o'tkazish qobiliyatiga ega. Bunday mahsulotlarni olish uchun parda hosil qiluvchi moddalar sifatida poliakrilatli, poliuretanli, ftororganik va b. birikmalardan qo'llaniladi. Ulardan radiolokatorlarni, antennalarni, radiotexnik qurilmalarni va b. bo'yash uchun qo'llaniladi. Tok o'tkazuvchan LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi modda sifatida poliakrilatli, epoksidli, alkidli, kremniyorganik va b. birikmalardan qo'llaniladi. Bunday bo'yoqlarning tarkibida ko'p miqdorda tok o'tkazuvchan to'ldirgichlar (texnik uglerod, kumush, rux, metall kukunlari) mavjudligi hisobiga, ular elektr tokini o'tkazadi. Ulardan elektronika va elektrotexnika sohalarida keng qo'llaniladi. Antistatik LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi modda sifatida ftororganik birikmalardan va poliakrilatli moddalardan foydalaniladi. Ular elektr zaryadlarni bartaraf etish, nometall materiallar yuzasidagi chang zarrachalarini qo'nishining oldini olishga to'sqinlik

qiladi. Radiatsiya (α , β va γ – nurlar, neytronlar) ta'siriga chidamli LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi modda sifatida epoksidli, poliefirli, kauchukli, perxlorvinilli, ftororganik va b. birikmalar qo'llaniladi. Ular radiatsion nurlanishlar ta'siriga chidamli bo'lib, atom energetikasi sohasida himoyalovchi dekorativ qoplamalar shaklida qo'llaniladi. Eroziyagi chidamli LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi modda sifatida epoksidli, fenolokauchukli, poliuretanli, xlorulfirlangan polietilen va b. birikmalardan qo'llaniladi. Ular turli mashinalarning metall va nometall yuzalarini eroziya va abraziv (jilvir) eyilishdan 100 dan 300°C haroratlar oralig'ida saqlaydi. Bo'yalgan yuzaning ishqalanish koeffitsientini iloji boricha kamaytirish katta amaliy ahamiyatga ega. Buning uchun parda hosil qiluvchi modda sifatida epoksidli, ftororganik, xlorulfirlangan polietilendan qo'llaniladi. Ko'pgina holatlarda daryo va okean suvlarida suzib yuradigan kemalar sirtini, kanalizatsiya sistemasida ishlatiladigan quvur va sig'imlar yuzasini turli buyumlarni yuqori namlik muhitida ishlatishda ularni zamburug'cha va bakteriyalardan muhofazalashga to'g'ri keladi. Bunday materialni olish uchun parda hosil qiluvchi modda sifatida epoksidli, perxlorvinilli, alkidli, nitrotsellyulozali, qalayorganik, yog'li va b. birikmalardan qo'llaniladi. Tipografik LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi modda sifatida alkidli, yog'li, epoksidli, akrilli, alkidstrolli va b. birikmalardan qo'llaniladi. Bunday mahsulotlar asbob-uskunalarining shkalasini indikatsiyalashda, qora va rangli pechat qilishga va turli sig'imdlarni tamg'alashga, qog'ozga, tunuka va plastmasslarga rangli pechat bosishga keng qo'llaniladi. Sovuqqa chidamli LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi modda sifatida epoksidli, kremniyorganik, poliakrilatli va b. birikmalardan qo'llaniladi. Bunday mahsulotlar + 60°C dan - 180°C gacha haroratlar oralig'ida asosiy fizik-mexanik xossalarini saqlash qobiliyatiga ega. Ular Arktika va koinotga ishlatiladigan mashina va mexanizmlarni bo'yashga qo'llaniladi. Dekorativ LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi modda sifatida alkidli, yog'li nitrotsellyulozali, epoksidli, poliuretanli, poliakrilatli birikmalardan qo'llaniladi. Olingan mahsulotlar samolyotlar salonini dekorativ jihozlashga, mebel, uy-ro'zg'or buyumlari, asbob-uskunalar, mashinalar ishlab chiqarishga keng qo'llaniladi. Suvga chidamli LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi modda sifatida epoksiefirli, perxlorvinilli, polivinilbutiralli va b. birikmalardan keng qo'llaniladi. Ular ichimlik suvi ta'siriga uzoq vaqt chidamli bo'lib, suv saqlaydigan sig'im va quvurlarning ichki yuzalarini suvdan muhofazalashga qo'llaniladi. Predmet ko'rinishini pasaytiradigan, harbiy texnikani yopadigan LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi modda sifatida perxlorvinilli, epoksidli, poliakrilatli va b. birikmalardan keng qo'llaniladi. Ular harbiy texnikani bo'yashga qo'llaniladi. Tusi toza, yarqiraydigan, nur ta'siriga chidamli va mustahkam LBM-lari olish uchun parda hosil qiluvchi modda sifatida mak, zig'ir

va kungaboqar moylaridan qoʻllaniladi. Qadim zamonlarda yogʻli loklar tabiiy qatronlar va oʻsimlik yogʻlari (tunga yogʻi, kanap yogʻi va boshqa yogʻlar) asosida olingan. YUqori sifatli loklar kapoval qatronlaridan foydalanib olingan. Kapoval qatronlari guruhiga kongo, sierra-leonna, dammara, kauri, yantar va boshqa qatronlar kiradi. “Kapoval” yoki “kopali” atamasi rus tilidan olingan soʻzlar boʻlib, erdan qazib olinadigan qatronlarga ataladi.. YUz yillik daraxtlarda qatronlar hosil boʻlib, vaqt oʻtishi bilan ular chirydi yoki qurib qoladi. Qatron esa erda qoladi. Qatron tarkibida kechadigan turli fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida u oʻziga xos xossalarga ega boʻlib, lok olish xom-ashyosiga aylanadi. Kopalni 220-290°C da qizdirib, suyultirilganda, uning tarkibidan uchuvchan moddalar chetlashadi va qatron yogʻ bilan aralashtiriladi. YOgʻ esa oldindan polimerlanadi. Kopal loklari hosil qilingan parda yaltiroq boʻlib, u nihoyatda qattiq va atmosfera omillari taʼsiriga chidamli boʻladi. Bunday loklardan aravachalarni loklashga keng qoʻllaniladi. Nisbatan arzon va uncha uzoqqa chidamli boʻlmagan loklar kanifoldan olingan. Kanifol – ignabargli daraxtlar, asosan sanovbar (sosna) dan olinadigan qatronidir. Ushbu loklar tarkibida polimerlangan oʻsimlik yogʻlari ham kiradi. Natijada yogʻ quyugʻlashadi, qovushqoq boʻladi va yuqori haroratlarda rezinsimon moddaga aylanadi. Ushbu polimerlangan yogʻdan olingan parda elastik, yaltiroq va suv taʼsiriga chidamli boʻladi. Kundalik hayotimizda muzlatgichlarni melaminoaldegidli emal bilan, metro vagonlari pentaftalli emal bilan, velosipedlar, mototsikllar, mebellar, elektroizolyasion materiallar va mingdan ortiq boshqa buyumlar polikondensatlanish tufayli qatronlar asosida olingan emallar bilan boʻyalganini guvohi boʻlganmiz. YOgʻlar turli kislotalarning triglitseridlaridan tarkib topgan boʻlib, ularning tarkibida toʻyinmagan ikkilamchi bogʻlar ($-CH=CH-$) boʻladi. Havodagi kislorod taʼsirida, ayniqsa Quyoshda yuqoriroq haroratlarda yogʻ oksidlanadi yoki oksidlanish polimerlanish reaksiyasi tezlashadi. Natijada yogʻ quriydi va linoksinga, yaʼni yuqori molekulyar moddaga aylanadi. YOgʻlar tarkibida turli toʻyinmagan kislotalar har xil miqdorda mavjudligi uchun yogʻlarning qurish davomiyligi ham turlicha boʻladi. Oʻsimlik yogʻlari (tunga yogʻi, kungaboqar yogʻi) ning yupqa qatlami etkazilganda, ular quriygandan soʻng, mustahkam va elastik qoplama hosil boʻladi: tunga va zigʻir yogʻlari (8-10) sutkada quriydi, kungaboqar (12-16) sutkada, kastor yogʻi esa (30-40) sutka davomida qurishi mumkin. Baʼzi bir metallar (masalan, kobalt, marganets, rux, qalay) ni zigʻir moyi, kanifol, naften kislotalari va boshqalar tarkibiga kiruvchi organik kislotalarning tuzlari shaklida qoʻshsak, ular yogʻlarni quritish tezligini oshiradi. Yogʻlarni quritishni tezlashtiruvchi tuzlarga, sikkativlar deb ataladi. Ushbu tuzlarning tabiati va miqdori quritish tezligiga va olinadigan qoplamaning barcha xossalriga kuchli taʼsir koʻrsatadi. Polimerlangan yoki oksidlangan yogʻ tarkibiga sikkativ qoʻshish yoʻli bilan olif olinadi. Odatda, olifga

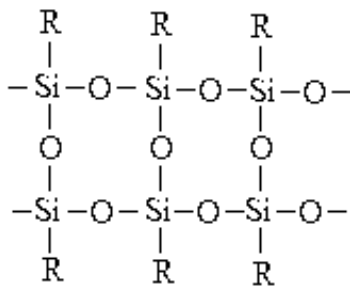
yoki tarkibiga yog‘ saqlagan lokka tarkibiga lok saqlovchi 0,12% sikkativ qorishmasi va tarkibiga marganets saqlagan 0,13% sikkativ qorishmasi yoki tarkibiga qo‘rg‘oshin saqlagan 0,45% sikkativ qorishmasi qo‘shiladi. SHuni ham yodda tutish kerakki, qoplama tarkibiga qo‘shiladigan sikkativning miqdori oshganda, qoplama qurishini tezlashtirsa yoki sekinlatib qo‘ysa ham, ammo uning sifati yomonlashadi. O‘simlik yog‘lari eng qadimiy parda hosil qiluvchi moddalar sanaladi. Ulardan hozirgi paytda ham alkidli, fenolli, epoksidli qatronlarni modifikatsiyalovchi komponentlar sifatida va parda hosil qiluvchi moddalar sifatida ham keng qo‘llanilib kelinadi. YUqorida sanab o‘tilgan sun‘iy parda hosil qiluvchilarning asosiy kamchiligi – sifatli qoplamalar olish uchun quritish haroratining yuqoriligidir. Bunda qoplamani quritish harorati (160-180)°C ni tashkil etishi mumkin. Hozirgi paytda kimyogar olimlarimiz shunday birikmalar yaratdilar, ular bevosita buyum yuzasida qizdirilmasdan polimerlanish qobiliyatiga ega. SHulardan biri epoksid qatronidir. Epoksid qatronlari ishqoriy muhitda difenilpropani epixlorgidrin bilan ta’sirlantirish yo‘li bilan olinadi. Olingan polimerning molekulyar massasi 500 dan 2000 gacha o‘zgarishi mumkin. Epoksid qatronlarining qovushqoqligi kichik bo‘lib, ular o‘z-o‘zidan sifatli qoplama hosil qilish qobiliyatiga ega emas. Ammo aminlar, poliamidlar, kislotalar, poliizotsianatlar bilan o‘zaro ta’sirlashib, oson qotib qoladi. Ushbu qotirgichlar qatrandagi makromolekulalarni o‘zaro tikib, to‘rsimon tizimga ega bo‘lgan qoplamani vujudga keltiradi. Epoksidli LBM-lari, odatda, 2 ta komponentlardan iborat: organik eritgichlarda pigmentsiz va pigmentli qatron eritmasi va qotirgichdan. Ular o‘rnatilgan qat‘iy tanosubda bevosita qo‘llashdan oldin aralashtiriladi. Qatronni qotirgich bilan aralashtirish davomida sekin-asta ular o‘zaro ta’sirlashadi va materialdan (4-6) sutka davomida foydalanish mumkin. Materialni buyum yuzasiga etkazilganda, tarkibidagi eritgich bug‘lanib chetlashadi, komponentlar konsentratsiyasi oshib boradi, qotirgich va epoksid qatroni molekulalari o‘zaro yaqinlashadi, qotirish reaksiyasining tezligi oshadi. Haroratni (90-150)°C ga oshirish yo‘li bilan qotirish reaksiyasining tezligini bir necha marotaba oshirish mumkin. Qotirgichlar sifatida polietilenpoliamindan va geksametilendiamiddan qo‘llaniladi. Ularning miqdori hisoblab chiqiladi, aks holda me’yordan ortiq miqdori (10-15%) qoplama tarkibida qoladi va bu qoplamaning suvga chidamliligini pasaytiradi. Qoplamani kimyoviy muhitlarda va suvga chidamliligini oshirish maqsadida oxirgi yillarda qotirgich sifatida kremniyorganik birikmalardan qo‘llash tavsiya etilgan. Ikki komponentli bo‘yoq va loklarni ishlab chiqarish va ulardan qo‘llashda noqulaylik tug‘dirishi tufayli olimlar shunday qotirgichlarni yaratganlarki, ular LBM-lari tarkibida yillar davomida qolib, faqatgina yuqori haroratlarda, ya’ni (160-170)°C da, quritish davomida, o‘zaro ta’sirlanishi mumkin. YUqorida ko‘rib chiqilgan LBM-lari (500-

600)°C haroratlar oralig'ida ishlaydigan mashinalar, asbob-uskunalar va qurilmalarga qoplama etkazish uchun ishlatilmaydi. Bunday holatlarda kremniyorganik polimerlar asosida olingan qoplamalardan qo'llaniladi. Bu polimerlarning makromolekulalari chiziqli tuzilishga ega bo'lib, ularning tarkibiga



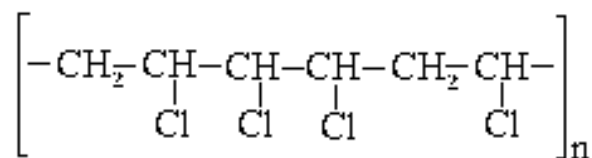
kremniy va kislorod atomlari mavjud. Kremniy atomlari bilan organik radikallar birikkan. Ular organik eritgichlarga erishni ta'minlaydi:

Bunday polimerlarning yuqori issiqlikka barqarorligi kremniy va kislorod orasidagi bog'lar energiyasining kattaligi (370 kJ/mol) bilan izohlanadi. Holbuki, makromolekulalardagi uglerod atomlari orasidagi bog'larning energiyasi 245 kJ/mol ga teng. Buning ma'nosi shuki, boshqa polimerlarga nisbatan kremniyorganik polimerning makromolekularini parchalanishi uchun katta issiqlik energiyasi talab etiladi. Polimerni 250°C gacha isitilganda, organik radikallarning bir qismi parchalanib, ularning o'rniga kislorod atomlari bog'lanadi. Natijada to'rsimon tuzilishga ega bo'lgan makromolekula hosil bo'ladi:



Hosil bo'lgan ko'ndalang bog'lar (Si – O – Si) issiqlik va organik suyuqliklar ta'siriga o'ta chidamli bo'ladi. Ammo kremniyorganik emallar bilan bo'yalgan buyumlarni (200-250)°C haroratlarda quritish hamma vaqt ham qo'l kelmaydi. SHuning uchun xona haroratida qotiradigan qaytmas kremniyorganik qoplamalar olish imkonini beruvchi qotirgichlar (polimetilsilozanlar, tarkibida bor saqlanuvchi polimetilfenilsilozanlar va b.) yaratildi. Qaytar qoplamalar perxlorvinilli qatron, poliakrilatlar, sellyuloza efirlari asosida olinadi. Ular xona haroratida quriydi,

namlikni singdiruvchanligi past bo'lib, ba'zi bir turlari tajovuzkor (agressiv) muhitlarda nihoyatda chidamlidir. Kislotalar, ishqorlar, kerosin va tuz eritmalari



ta'sirida nihoyatda kimyoviy chidamli qoplamalar orasida perxlorvinilli qatron alohida o'rin utadi: Perxlorvinilli qatron tarkibida 64% xlor mavjud bo'lib, uning atomlari makromolekula bilan kimyoviy bog'langandir. Ammo, yuqoriroq haroratlarda xlorid vodorod (HCl) ajralib chiqadi. Ushbu qatrandan olingan qoplamalarni 80°C dan oshmagan haroratlargacha isitish mumkin. Bundan yuqoriroq haroratlarda esa polimer parchalanib, HCl ajralib chiqadi. Perxlorvinilli qatron, sellyuloza nitratlari, poliakrilatlar va boshqa chiziqli polimerlar elastik emas, issiqlik, Quyosh nurlari va yuklamalar ta'sirida tez eskiradi va mo'rtlashib qoladi. Lok va emallar elastikligini oshirish maqsadida ularning tarkibiga plastifikator kiritiladi. Ammo plastifikator sekin-asta bug'lanadi va parda o'z elastikligini yo'qotadi. Bu hodisani nisbatan past haroratlarda ham kuzatish mumkin. SHuning uchun LBM-lari tarkibiga kiritiladigan plastifikator miqdori hisoblab chiqiladi. CHunki, material tarkibidagi ortiqcha plastifikator uning sifat ko'rsatkichlarini pasaytiradi va hatto undan foydalanishni cheklab qo'yishi mumkin. Odatda, poliakrilatlar qaytar qoplamalar hosil qiluvchi polimerlar sirasiga kiradi. Ammo uning makromolekulasiga funksional guruhlar (karboksil, metilol, gidroksil, epoksid guruhlar) ni kiritilganda, polimer yuqori haroratlarda qaytmas qoplamalar hosil qilish qobiliyatiga ega bo'ladi. Ushbu polimerlar asosida olingan emal qoplamalari yaltiroq ko'rinishga ega bo'lib, mustahkamligi ham yuqoridir. Amalda nitrobo'yoqlardan kamroq ishlatilsa-da, sellyuloza nitratidan LBM-larining o'nlab turlari olinadi. Sellyuloza nitrati ketonlar, efirlar va spirtlarda eruvchan polimerdir. Uning asosida olingan qoplamalar qattiq, kamelastik bo'lib, bo'yaladigan yuzaga adgeziyalanishi uncha yaxshi emas. Uning ushbu kamchiligini tarkibiga plastifikatorlar va modifikatsiyalovchi qo'shilmalar kiritish yo'li bilan tuzatish mumkin. Sellyuloza nitrati asosida olingan emallar boshqa emallarga qaraganda tez quriydi. Ular qalamlarni, arzon mebellarni, o'yinchoqlarni, avtomobil detallarini va boshqa buyumlarni bo'yashga qo'llaniladi. Ularning qo'llanish sohalarini cheklab qo'yuvchi asosiy kamchiligi –yonuvchanligidir. SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, yuqorida ko'rib chiqilgan LBM-lari tarkibida (30-85)% gacha turli eritgichlar (toluol, ksilol, etil va butil spirtlari, etilatsetat va butilatsetat, atseton, benzin, uayt-spirt va boshqa suyuqliklar) bo'lishi mumkin. Buyumda himoya qoplamasini yaratishda yoki uni bo'yashda eritgich bug'lari hosil bo'lib,

ishchilarni zaharlanishiga, havo bilan portlashga xavfli qorishmalarni hosil bo'lishiga olib kelishi mumkin. Korxonada esa ularni zararsizlantirish uchun havoga chiqarib yuboriladi yoki suv filtrlari yordamida ushlab qolinadi-da, so'ng kanalizatsiyaga oqiziladi. Demak, zaharsiz va xavfsiz LBM-lari yaratish muammosi dolzarbligicha qolmoqda. LBM-lari ishlab chiqaruvchi muhandis-texnologlar oldidagi asosiy vazifa – ularni tarkibidan organik eritgichlarni chetlashtirishdir. Bu vazifani echishning 3 ta yo'li bor: birinchidan, eritgich bug'lanmasligi va parda hosil qiluvchi modda bilan o'zaro ta'sirlanishi kerak; ikkinchidan, eritgich o'rniga kukunsimon bo'yoqlardan foydalanishni yo'lga qo'yish; uchinchidan, organik eritgich o'rniga suvdan foydalanishni yo'lga qo'yish. Masalan, quyimolekulyar epoksid qatroni va tarkibida to'yinmagan guruhlar saqlangan allilglitsidilli efir asosida olingan lokda efir eritgich vazifasini bajaradi va parda hosil qiluvchi modda bilan o'zaro ta'sirlashadi. Ammo bunday loklar nihoyatda tez quyuglashadi va shuning uchun undan foydalanishni bir-muncha qiyinlashtiradi. Boshqa misol. Mebel yuzasini qoplash uchun ishlatiladigan to'yinmagan poliefirlar asosida olingan loklar 3 ta komponentlardan iborat bo'ladi: 1) poliefirning monomerdagi eritmasi; 2) xona haroratida polimer pardasini hosil qiluvchi reaksiyani kechishini ta'minlaydigan tashabbuskor (initsiator) va 3) reaksiya kechishini tezlashtiruvchi tezlatgich. Ushbu lokdan birinchi qatlamini etkazilganda qalinligi (150-300) mkm ni tashkil etgan parda hosil bo'ladi. Holbuki, nitroloklardan qo'llanilganda, shuncha qalinlikka erishish uchun (8-12) qatlam etkazishga to'g'ri keladi. Hozirgi paytda bevosita qattiq LBM-laridan qoplamalar olish texnologiyasi rivojlanib bormoqda. Buning uchun parchalanishsiz suyuqlanadigan kukunsimon polimerlardan keng qo'llaniladi. Bunday kukunlar termoplastik polimerlar (polietilen, polivinilxlorid, polivinilbutiral) dan va termoreaktiv polimerlar (epoksid, akril, fenol va boshqalar) dan olinadi.

Kukunsimon materiallar 2 ta usulda olinadi.

1. Barcha komponentlar (polimer, pigment, qotirgich (agar u retsepturada ko'rsatilgan bo'lsa)) birgalikda suyuqlantiriladi, so'ngra suyuqlanma sovtitiladi va qattiq massa kerakli o'lchamgacha yanchiladi. Ushbu usul polimerning suyuqlanish harorati qotirish haroratidan kichik bo'lgandagina yaxshi samara berishi mumkin.
2. Agar qotirgich polimerning suyuqlanish haroratidan kichik bo'lganida polimer bilan o'zaro ta'sirlashsa, unda polimer pigment bilan birga suyultiriladi, so'ngra yanchiladi. Qattiq qotirgich alohida yanchiladi, ma'lum tanosubda kukunlar aralashtiriladi va foydalanishga yaroqli quruq bo'yoq olinadi.

Kukunsimon bo'yoqlardan parda shakllash jarayoni oddiy bo'lib, qatron va qotirgichning tabiatiga qarab, yuzaga etkazilgan kukun kerakli haroratgacha (130°C dan 200°C gacha) qizdiriladi. Bo'yoq kukunlari suyuqlanib, bo'yaladigan sirtga yopishib qoladi. Termoplastik polimerlar asosida olingan bo'yoqlar uchun qoplamaning shakllanish jarayoni oxiriga etadi. Ammo qoplamani olish uchun termoreaktiv polimerlar asosida olingan bo'yoqdan qo'llaganda, kimyoviy reaksiya davom etadi. Masalan, epoksid qatroni va qotirgich orasida polikondensatlanish reaksiyasi davom etadi. Buning uchun reaksiya muhitini 200°C gacha (20-30) daq. isitish talab qilinadi. Bundan tashqari, kukunsimon bo'yoqlardan yuqori haroratlarda quritilgan buyumlar sirtiga etkazish mumkin. XIII-XIV asrlarda ko'pgina rassomlar tuxum sarig'i asosida suvda eruvchan elimli bo'yoqlardan foydalanganlar va ular yaratgan badiiy san'at asarlari bugungi kungacha o'z rangini yo'qotgan emas. Kimyogar olimlarimiz tuxumdan foydalanmasdan shunday LBM-lari yaratdilar, ular suv eritgich yoki suyultirgich funksiyasini bajaradi. Bunday materiallarga, mos ravishda suvda eruvchan va suvdispersion (suvemulsion) materiallar, deb ataladi. Suvda eruvchan LBM-larda eritmada parda hosil qiluvchi modda molekulyar dispers holatda bo'ladi. Ko'pgina parda hosil qiluvchi moddalar suvda yomon eriydilar. Shuning uchun ularning tarkibiga gidrofil guruhlari kiritiladi. Masalan, zig'ir yog'i va malein angidridi o'zaro ta'sirlashganda, maleinlashgan zig'ir yog'i hosil bo'lib, so'ngra uni ammiak bilan neytrallab, suvda eruvchan parda hosil qiluvchi modda olinadi. Suvda erimaydigan epoksid qatronlaridan kimyoviy modifikatsiyalash yo'li bilan efir olinadi va u malein angidrid bilan o'zaro ta'sirlanib suvda eruvchan epoksiefir hosil qiladi. Polimerlarning suvli eritmalaridan qoplamani hosil qilish jarayonida suv molekullari bug'lanib turadi. Bu esa parda hosil qiluvchi moddaning konsentratsiyasini oshirishga, polimerning qutblangan guruhlari qobig'idagi gidratlarni parchalanishiga va yaxlit pardani bo'lishiga olib keladi. Keyinchalik polimerning tarkibiga qarab, oksidlanish, polimerlanish va polikondensatlanish jarayonlari kechib, parda hosil bo'lish jarayoni oxiriga etadi. Suvdispersion yoki suvemulsion LBM-lari polimerning suvda emulsiyasidan tarkib topgandir, ya'ni suyuq polimer diametri (0,1-0,2) mkm ni tashkil etgan kichik tomchi shaklida suvning butun hajmiga taqsimlangan bo'ladi. Tomchilarning solishtirma yuzasi nihoyatda katta bo'ladi. Masalan, polivinilatsetat emulsiyasining 1 g massasining umumiy yuzasi (sirti) $4 \cdot 10^4 \text{ sm}^2$ ni, akril emulsiyaniki esa $2 \cdot 10^5 \text{ sm}^2$ ni tashkil etishi mumkin. Agar emulsiyada yuzlab million tomchilar mavjud bo'lsa, ularning o'zaro yopishib qolishining oldini olish qiyin bo'lur edi. Buning uchun emulgator kerak bo'ladi. Emulgatorning asosiy funksiyasi- polimer tomchilarini qoplashdan va ularni yopishib qolishdan himoyalashdan iborat. Masalan, zig'ir moyini suv bilan yaxshilab aralashtirilganda, yog' kichik sharchalar shaklida kichrayib, emulsiya hosil bo'ladi. Aralashtirishni to'xtatganda esa yog' tomchilari suv sirtiga qalqib chiqib, emulsiya yanada barqaror bo'ladi. Demak, sovun emulgator

vazifasini o‘taydi. Emulgator tarkibida gidrofil guruhlar (molekulani “boshi”) , masalan, SOON, NH_2 , OH va gidrofob uglerod radikal (molekulani “dumi”) mavjud. Ular polimer tomchilari yuzasida yig‘ilib, molekulani “boshi” suvga, “dumi esa emulgator moddasiga qarab orientirlanadi. Emulgator sifatida moyli kislotalarning natriy tuzlari, trietanolamin va b. dan qo‘llaniladi. Ular yordamida suvda erimaydigan suyuq polimerlar asosida suvemulsion LBM-lari olinadi. Suvemulsion bo‘yoqlar g‘ovak materiallar (shkaturkalar, yog‘och, qog‘oz shuningdek po‘lat detallar) ni bo‘yashga keng qo‘llaniladi.

Ularning asosiy afzalligi shundan iboratki, ular suvga chidamli, yaxshi adgeziyalanadi va tarkibida organik eritgichlar saqlaydi. LBM-lari ishlab chiqaruvchi muhandis-texnologlar oldida turadigan asosiy vazifalardan biri – qoplamaning uzoqqa chidamliligini, ya’ni ishlatish muddatini oshirish muammosidir. Agar ushbu muammo echilsa, LBM-larini tejash, ish haqqi, elektr energiyasini tejash va buyumni ishlatish muddatini oshirish imkoniyatlari tug‘ilardi. Masalan, alkidli emal bilan bo‘yalgan temir yo‘l vagoni (2-3) yildan keyin jilosiz, iflos bo‘lib qoladi va uni yana bo‘yashga to‘g‘ri keladi. Ammo poliuretan emallari bilan bo‘yalgan vagonlar 6 yildan keyin ham o‘z jilosini yo‘qotmagan. Demak, alkidli emal bilan bo‘yalgan vagonlarni 20 yil ishlatganda 8-10 marotaba qayta bo‘yashga to‘g‘ri keladi, poliuretan emal bilan bo‘yalgan vagonlarni esa atigi 3 marotaba bo‘yashga to‘g‘ri keladi. LBM-lari sifatini oshirish hisobiga qanchadan-qancha mehnatni, materialni va energiyani tejash mumkinligini hisoblab chiqish unchalik qiyin emas. Poliuretanli LBM-lari ikki komponentli sistemalar bo‘lib, organik eritgichdagi to‘yinmagan poliefir eritmasidan va qotirgich (poliizotsianat) dan tarkib topgandir. Poliefir bilan reaksiyaga kiruvchi qotirgich miqdorini poliefirdagi gidroksil guruhlari va qotirgichdagi izotsianatlar guruhlari miqdori asosida hisoblab chiqish mumkin. Komponentlarni aralashtirish bilanoq reaksiya boshlanadi. SHuning uchun lok bir necha soatlarda sarflanishi lozim. Kimyoviy reaksiya qoplamada xona harorati ($20-25^{\circ}\text{C}$ da) da (6-7) sutka davom etishi mumkin. Ammo qoplamaning sifati nihoyatda yuqori bo‘ladi. Uning jilosi va silliqligi 6 yilgacha saqlanib qoladi. Hozirgi paytda bir komponentli tarkiblar, ya’ni tarkibida poliefirlardan va “muhosaralangan” (blokirovkalangan) izotsianatlar saqlagan LBM-lari ham yaratilgan. Ular uzoq vaqtgacha o‘zaro ta’sir qilmaydi va faqatgina 140°C da o‘zaro ta’sirlanishi mumkin. Ushbu haroratda izotsianat faol birikmaga aylanib, poliefir bilan reaksiyaga kirishadi. Poliuretan qoplamalarining assosiy afzalligi shundaki, ular organik eritgichlar, sintetik yog‘lar va aviatsiya texnikasi hamda xalq xo‘jaligining boshqa tarmoqlarida qo‘llaniladigan gidravlik suyuqliklar ta’siriga chidamlidir. Lok va bo‘yoq qoplamalarining asosi (negizi) ni organik polimer pardasi tashkil etilgani uchun ularga, organik lok va bo‘yoq qoplamalari

deyiladi. Parda deyilganda, moddaning yaxlit yupqa qatlamining holati tushuniladi. Lok va bo‘yoq qoplamalari deganda, qattiq modda (substrat) bilan adgezion bog‘lar orqali bog‘langan parda tushuniladi. Adgezion bog‘lar tayyor pardani qattiq moddaning yuzasiga etkazishda emas, balki uning yuzasiga hosil qilish (shakllanish) jarayonida paydo bo‘ladi. Lok va bo‘yoq qoplamalarning o‘zlariga xos xususiyatlari quyidagilardan iborat.

1. Qoplamalarning qalinligi nihoyatda yupqa bo‘lib, atigi (10-300) mkm ni tashkil etishi mumkin. Qoplama qalinligining kichikligi tufayli uning solishtirma yuzasi (10-1000) sm^2/sm^3 ni tashkil etishi mumkin. Qoplamaning qalinligi qanchalik kichik bo‘lsa, yuzasining roli shunchalik kuchli namoyon bo‘ladi. Solishtirma yuzasining kattaligi esa qoplamalarda materialni ishlatishda ko‘ngilsiz holatlarni keltirib chiqarishi mumkin.

2. Lok va bo‘yoq qoplamalari **2 ta** turli kontakt yuzalarga ega: birinchi yuzasi tashqi muhit (havo, gaz, suyuqlik) bilan tutashgan bo‘lib, uning ikkinchi yuzasi qattiq jism yoki taglik bilan, ya‘ni bo‘yaladigan buyum yuzasi bilan tutashgan bo‘ladi. Demak, lok va bo‘yoq qoplamasi elim qatlamidan keskin farq qiladi. Elim qatlami har ikkala tomoni bilan taglikka tutashgan bo‘ladi.

3. Qalinligi qanchalik kichik (yupqa) bo‘lmasin, lok va bo‘yoq qoplamalari adsorbent yuzasiga adsorbsiyalangan gaz yoki suyuq qatlamlardan farq qiladi. Agar adsorbent (o‘ziga yutib oluvchi modda) gaz yoki suyuq qatlamni yuzasiga ushlab tursa, lok va bo‘yoq pardasini bo‘yalgan buyum yuzasida kogeziyon bog‘lar ushlab turadi.

4. Lok va bo‘yoq qoplamasiga **2 ta omil** kuchli salbiy ta’sir ko‘rsatilishi mumkin: **birinchi omil** - tashqi muhit omillari (kislorod, namlik, ultrabinafsha nurlari, radiatsiya, harorat, bosim, suv, uglevodorodlar, tuz, ishqor va kislotalarning suvli eritmalari va h.); **ikkinchi omil**- bo‘yaladigan qattiq buyumning yuzasi.

5. Parda hosil qiluvchilarning eritmasidan yoki suyuqlanmasidan shakllantirilgan qoplamalar yaxlit va yupqa ko‘rinsalar-da, ularda uzluksiz o‘tish chegarasiga ega bo‘lgan **3 ta** qatlamni ajratish mumkin.

1. YUqori yoki “havo” qatlami.

2.O‘rtacha yoki oraliq qatlami.

3.Quyi yoki adgezion qatlami.

Qoplamaning yuqori qatlami, odatda, havo, bug‘, gaz, namlik, suyuqlik, UB-nurlari, radiatsiya, harorat, bosim va boshqa tashqi omillar ta’sirida bo‘ladi. Ushbu

qatlamda kislorod, namlik va harorat ta'sirida kimyoviy reaksiyalar kechishi mumkin. Ammo ushbu reaksiyalar oraliq va adgezion qatlamlarda kechsa ham, ularning ta'siri uncha kuchli bo'lmashligi mumkin. Kimyoviy reaksiyalarning kechishiga taglik faol qatnashib, reaksiya tezligini oshirishi yoki, aksincha to'xtatib qo'yishi mumkin.

6. Qattiq yuzada shakllangan qoplama pardasi tashqi omillar ta'sirida adgezion qatlamda kechadigan fizik jarayonlarga kuchli ta'sir etishi mumkin. Masalan, parda taglik yuzasida (odatda, adgezion qatlam yuzasida) orientirlanishi mumkin, kirishishi (qadalishi) mumkin, shishalanib qolishi mumkin va h. Ushbu fizik jarayonlar pardaning tizimiga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Taglikdan uzoqlashgan sari pardaning orientirlanishi va anizotropik darajasi keskin pasayadi va ustmolekulyar tuzilmalar darajasi oshib boradi. Kristall tizimga ega bo'lgan polimerlardan tayyorlangan qoplamalarda tizimining birjinslimasligi kuchli bo'ladi.

7. Adgezion qatlamda kristallanish markazlari ko'p va polimer makromolekulalarining harakatchanligi pastroq bo'lgani uchun kristallanish jarayonlari nisbatan qiyinroq kechadi. Ushbu jarayonlar oraliq va yuqori qatlamlarda kuzatilmaydi: ushbu qatlamlarda polimerning kristallanish darajasi adgezion qatlamga nisbatan yuqori bo'ladi. Qatlamda birlamchi kristallanish bilan birga sferolitlar hosil bo'ladi. Yirik sferolitlar pardaning o'rtacha qatlamida hosil bo'ladi. Taglikka yaqinlashganda ular morfologik shaklga ega bo'ladi. Sferolitlar adgezion qatlamda faqatgina bitta yo'nalishga qarab yiriklanishi tufayli ular cho'zilgan ustuncha shakliga ega bo'lishi mumkin. Bunda chegaraviy transkristallit qatlam hosil bo'lishi mumkin. Uning uzunligi turli polimerlar uchun qoplamani hosil qilish sharoitiga qarab turlicha bo'lib, birdan o'nlab mkm ni tashkil etishi mumkin.

8. Har bir qatlamning tizimi uning xossalariga kuchli ta'sir ko'rsatilishi mumkin. Masalan, amorf polimerlarning eritmalaridan olingan quyi qatlam yuqori sorbsion xossaga ega bo'lib, uning qattiqligi va zichligi kichik bo'ladi. Ammo bu qatlamning shishalanish harorati makromolekulalarining harakatchanligi cheklanganligi tufayli yuqori bo'ladi.

9. Lok va bo'yoq qoplamalari ko'p komponentli sistemalar bo'lib, ularda komponentlarining mikro- va makroqatlamlarga bo'linishi, plastifikatorning "terlanib" turishi (ya'ni, qoplamadan siljib chiqishi), kristallanishi, parda hosil bo'lish jarayonida pigmentlarning parda sirtiga qalqib chiqishi yoki, aksincha, cho'kib qolishi, sirt faol moddalarni o'ziga shimib olishi tufayli qoplama pardada qalinligining birjinslimasligi (yupqalanib qolishi) yuz berishi mumkin.

10. Taglik yuzasida shakllangan qoplama pardasida kirishish (qadalish) yuz berishi mumkin. Bu esa qoplamada ichki kuchlanishlarning paydo bo'lishiga olib keladi. Masalan, qog'ozni bo'yoq bilan bo'yab qo'yganda, bir-ozdan so'ng qog'oz shaklini o'zgartiradi: bo'yoq qog'ozni o'ziga tortadi. Bu ko'ngilsiz hodisa ichki kuchlanishlar ta'sirida yuz beradi. Qoplamada vaqtning o'tishi bilan miroyorishmalar, kichik tirqishchalar va g'ovakliklarning paydo bo'lishi ulardan yanada kengroq foydalanish sohalarini cheklab qo'yishi mumkin. Ushbu nuqsonlar qoplama hosil qilish jarayonida texnologik jarayonlarni to'g'ri amalga oshirish va rostdash yo'li bilan bartaraf etiladi. Mo'yqalam (kistochka) yordamida LBM larini buyum yuzasiga ertkazish usuli ming yillik tarixga ega. Buyum yuzasiga etkaziladigan lok yoki bo'yoq qatlamining qalinligi cho'tkaning holatiga bog'liq. Masalan, agar cho'tkani vertikal holatda ushlab yuza bo'yaladigan bo'lsa, yuzadagi bosim katta va qatlam qalinligi kichik bo'ladi. Ammo, bo'yaladigan yuza va cho'tka orasidagi burchak $50-60^0$ ni tashkil etganda, hosil bo'ladigan qatlamning qalinligi bir xil va silliq bo'ladi. CHo'tka- bu kichik rezervuar bo'lib, unga lok va bo'yoq mahsulotlari kiradi va u siqilganda bo'yaladigan yuzaga etkaziladi.

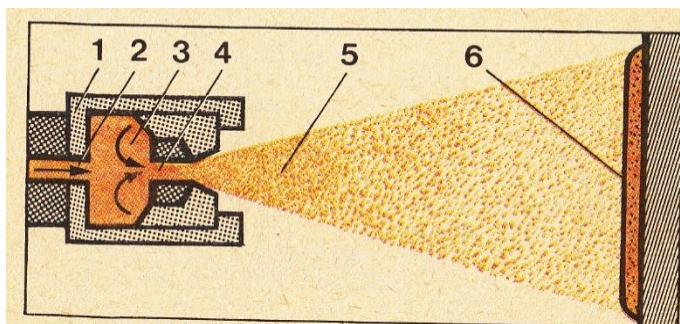
Agar bo'yaladigan yuza katta bo'lsa, kengligi 12 sm gacha bo'lgan cho'tkalardan yoki diametri (4-8) sm ni tashkil etadigan yumaloq cho'tkalardan qo'llaniladi. CHo'tkalardan qo'llashdan asosiy maqsad- bo'yaladigan yuzaga LBM larini "kiritishdan" iborat. Faqatgina cho'tka bilan nitrolokni gazlamaga chuqurroq singdirish mumkin. Katta yuzalarni bo'yashda qo'y terisidan yoki porolondan tayyorlangan valiklardan qo'llaniladi. Valikdan foydalanilganda bo'yoq bir tekis yoyiladi va cho'tkaga nisbatan 2-3 marta tezroq ish bajariladi. Sanoatda cho'tka yoki valiklardan qo'llash samarali emas va shuning uchun sanoat mahsulotlarini bo'yash uchun buyumni lok yoki bo'yoqqa botirib olish usulidan qo'llaniladi. Ushbu usulning mohiyati shundaki, buyum LBM-lari bilan to'ldirilgan vannaga botirib olinadi, bo'yoq yoki lokning ortiqcha miqdori buyumdan vannaga oqib tushadi, buyum quritishga uzatiladi. Ammo hosil bo'lgan qoplamaning sifati unchalik yuqori emas. Buyumning yuqori qismiga nisbatan pastki qismlarida qoplama qalinroq bo'ladi. Buning asosiy sababi shundaki, eritgich bug'lanib turganda LBM larining qovushqoqligi oshib borib, oquvchanligi keskin pasayadi. Bo'yalgan buyumdagi ushbu nuqsonning paydo bo'lish sababini olimlar ko'p izlaganlar. Tez qotib qoladigan emaldan bir ozgina bankaga solib, uni chayqaymiz, toki banka devorlari yaxshilab ho'llansin. Bankani ochib qoldiramiz. Bir oz vaqt o'tgandan so'ng devordagi emal banka tubiga oqib tushadi. SHu bankani yana chayqalab, bu daf'a og'zini yopib qo'yamiz. Banka devoridagi emal qatlami bir xil qalinlikka ega bo'ladi, tubining qalinligi esa yupqaroq bo'ladi. Ushbu ikkala hayotiy tajribadan asosiy xulosa shuki, yopiq bankada eritgich bug'lanmagan,

uning bug‘larining konsentratsiyasi yuqori bo‘lgan. SHuning uchun emal qurimay oquvchanligini saqlab qolgan. Ochiq bankadan esa eritgich bug‘lanib chiqqan, bug‘larining konsentratsiyasi nihoyatda kichik, pardadan eritgich tez bug‘lanib chiqqan va devordagi emal oqishga ulgurmagan. Demak, bundan shunday xulosa kelib chiqadiki, bo‘yalgan yuzaga eritgich bug‘larining ma’lum bir konsentratsiyasini yaratish yo‘li bilan qoplama qalinligi va uni yuzadan oqishini rostlash mumkin. Odatda, ushbu bo‘yash usuliga, “ buyumni botirib, uni eritgich bug‘lari konsentratsiyasiga saqlash” usuli deyiladi.

Ushbu usulning asosiy kamchilligi shundan iboratki, bu usulda yuqori gabaritli buyumlarni, masalan, kombayn kuzovini, chigitni ekadigan mashina va qurilmalarni bo‘yashni iloji yo‘q. Ushbu buyumlarni bo‘yash uchun lok yoki bo‘yoq bir nechta purkab beruvchi forsunkalar yordamida buyum yuzalariga etkaziladi, so‘ng buyum yopiq kameraga- tunelga uzatiladi. Tunnelda esa eritgich bug‘larining ma’lum konsentratsiyasi yaratiladi va rostlanadi. Kichik metall buyumlar – tugmalar, changaklar va boshqalarni bo‘yash uchun ularni LBM-lariga botirib olish usulidan qo‘llanilmaydi, chunki ular o‘zaro yopishib qolishlari mumkin. Buning uchun maxsus barabandan qo‘llaniladi. Barabanga LBM -larining hisoblab chiqilgan ma’lum miqdori solinadi va u **1-2 soat** aylanadi, so‘ngra tugmachalar maxsus to‘rga to‘kiladi va qurutiladi. Ushbu usulning afzalligi shundaki, bitta barabanda turli kichik-kichik buyumlarni bo‘yash mumkin. Ammo uning kamchilligi shundaki, bo‘yash sifati yuqori emas. Oxirgi yillarda sanoat buyumlarini bo‘yash uchun havo bilan purkash usuli (pnevmatik usul) dan keng qo‘llanilyapti. Mashinasozlik sanoatida qo‘llaniladigan ishlab chiqariladigan LBM-larining qariyb 70% pnevmatik usulda etkaziladi. Buning uchun bo‘yoq tuzatgichlardan qo‘llaniladi. Bo‘yoq tuzatgichning ishlash prinsipi oddiy bo‘lib, siqilgan havo oqimi LBM-i bilan aralashtiriladi, uni kichik-kichik tomchilarga maydalab, bo‘yaladigan yuzaga purkab etkaziladi. Bunda tomchilar yuzaga yoyilib yaxlit va yupqa pardani hosil qiladi. Bitta bo‘yoq tuzatgich yordamida uning konsentratsiyasiga qarab soatiga (10-25) m² yuzani bo‘yash mumkin. Ushbu usulda samolyotlar, avtobuslar, tikuvchilik mashinalari, chang yutgichlar va boshqa turli o‘lcham va shaklga ega bo‘lgan buyumlar bo‘yaladi. Ushbu usul sanoatda keng qo‘llanilsa ham, ammo u kamchiliklardan xoli emas. Birinchidan, lok yoki bo‘yoqni buyum yuzasiga etkazish paytida, bo‘yaladigan yuzadan havo oqimi teskari harakatlanadi. Natijada LBM-larining bir qismi isrof bo‘lib, havo va eritgich bug‘laridan tarkib topgan tuman hosil bo‘ladi. Ikkinchidan, panjara va to‘rsimon detallarni bo‘yashda LBM-lari ko‘proq isrof bo‘ladi. Uchinchidan, agar bir marta lok yoki bo‘yoq buyum yuzasiga etkazilsa, hosil bo‘lgan qoplama pardaning qalinligi nihoyatda yupqa bo‘ladi. “Polimerlar fizikasi va kimyosi“

kursidan ma'lumki, polimer eritmalarining qovushqoqligi va sirtining tarangligi haroratga bog'liq: harorat oshgan sari qovushqoqlik va sirt tarangligi pasayadi. Polimer eritmalarining mana shu ikkala xususiyatidan foydalanib, olimlar LBM-larini yuzaga etkazishning nihoyatda samarali usulini, ya'ni pnevmatik purkab berish (changitish) va isitish usulini yaratadilar.

Harorati 90°C ni tashkil qilgan LBM-lari bo'yoq to'zatgichga uzatiladi. Uni changitib harorati 20°C ni tashkil etgan buyum yuzasiga etkaziladi. Ushbu usulning asosiy afzalligi shundan iboratki, birinchidan, bo'yashda yuqori qovushqoq LBM-laridan foydalanish imkonini beradi, ikkinchidan, bir marta etkazilganda hosil bo'lgan qoplama pardaning qalinligi pnevmatik usulda isitilmasdan olingan pardaning qalinligiga nisbatan (20-30)% ga katta bo'ladi, uchunchidan, LBM-larini eritishga ishlatiladigan eritgich miqdori (30-40) % ga kamayadi. Ammo hisob - kitoblar shunu ko'rsatadiki, ushbu usulda ham afzalliklariga qaramasdan, LBM-larining isrofi yuqoriligicha qolmoqda. Siqilgan havodan foydalanish yo'li bilan ushbu isrofni kamaytirishning iloji yo'q. Energiyaning bir turidan ikkinchi turiga aylanish prinsipidan foydalanish yo'li bilan ham suyuq LBM-larini changitishning samarali usulini yaratish mumkin. Buning uchun materialning o'zida energiya zaxirasini yaratish kerak bo'ladi, ya'ni avvalo uni **10-20 MPa** bosimda siqib, so'ng bir lahzada bosimni to atmosfera bosimigacha tushirish kerak bo'ladi. Bunda LBM-lari oqimi kichrayib, yorqin "fakel" hosil qiladi. Changitish samardorligini esa materialni siqish bilan birga uni isitish yo'li bilan yanada oshirish mumkin. Hosil bo'lgan "fakel" ni bo'yaladigan yuzaga aniq yo'naltirish maqsadida maxsus teshikchali pistolet to'zitgichdan qo'llaniladi. Pistoletdan LBM-lari katta bosim ostida kenggaytirilgan kamera 3 ga yo'naltiriladi va undan yumaloq teshik 4 orqali bo'yaladigan yuzaga etkaziladi. LBM-ni havosiz changitishda tuman hosil bo'lishini minumimga etkazish mumkin. Qoplamaning qalinligi pnevmatik usulda hosil qilingan qoplamaning qalinligidan taxminan **1,5-2,0** baravar oshadi. Ushbu usulda poliuretan, perxlorvinil, akril va boshqa LBM-larini bo'yaladigan yuzaga etkazish mumkin.

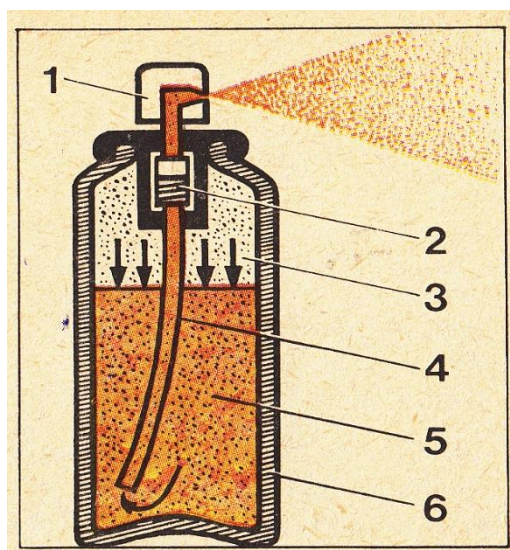


CHangituvchi qurilmaning ko‘rinishi: 1- qobiq; 2- tezlatgich;

3- kengaytirilgan kamera; 4- lok bo‘yoq materiallari chiquvchi soplo; 5- aerosol zarrachalari; 6- lok bo‘yoq qoplamasining pardasi.

Havosiz bo‘yash usulining turlaridan biri aerosol usuli hisoblanadi. Ushbu usuldan, odatda, qayta tiklash va bo‘yashdan oldin qo‘llaniladi. Masalan, muzlatgich yoki yuvish mashinalari, velosiped yoki oshxona mebelidagi bo‘yatgichi yo‘qolgan joylarni qaytadan bo‘yash kerak bo‘lganda sekin bug‘lanadigan emallar (alkidli, yog‘li va boshqa) dan foydalanib, cho‘tka bilan bo‘yash mumkin. Tez bug‘lanuvchan materiallar (nitrotsellyuloza, akril, perxlorvinil vz boshqa)dan qo‘llanilganda cho‘tkadan foydalanilmaydi, chunki bir tekis qoplama hosil qilish qiyin. Bunday holatlarda aerosolli bo‘yash usulidan foydalaniladi. Ushbu usulning prinsipi shundan iboratki, past haroratlarda qaynaydigan suyuqliklarni LBM-lariga qo‘shib, birdaniga bosimni o‘zgartirganda, bug‘lanadi va materialni changlatib aerosol holatga keltiriladi. Buning uchun aerosol ballonidan qo‘llaniladi. Aerosol balloniga LBM-lari va changlanadigan moddaning (uni propellent deyiladi) qorishmasi bo‘ladi. Qorishma ustida propellent bug‘lari mavjud bo‘lib, qorishma sirtini doimiy bosim ostida ushlab turadi. Tugmachani bosganda, klapan ochilib bosim ostidagi suyuqlik soploga kiradi. Mana shu paytda hosil bo‘lgan bosimlar farqi ostida va propellentni bug‘lanishi tufayli LBM-lari changlanib aerosol oqimini hosil qiladi.

Propellentlar sifatida, odatda, freonlar (metan yoki propanning ftor hosilalari) dan qo‘llaniladi. Ular zaharsiz, hidsiz va yonmaydigan moddalardir. Freonlardan foydalanish uchun quyidagi **2 ta shart** bajarilishi kerak: **birinchidan**, propellent kichik qaynash harorati (**10 °C dan** oshmaydigan) ga ega bo‘lishi kerak; **ikkinchidan**, uning to‘yingan bug‘larining bosimi (**0,25-0,35) MPa** ni tashkil etishi kerak.



Aerosol balloni: 1- ishga tushuruvchi tugmacha; 2- lok bo'yoq materiallarini chiqaruvchi klapan; 3- freon bug'lari; 4- lok bo'yoq materialini etkazib beruvchi naycha, 5- lok bo'yoq materiali va freon qorishmasi, 6- qobiq.

Freonlar bilan melamin- va mochevin aldegidli, poliakrilatli va nitrotsellyulozali LBM-lari yaxshi mos keladi.

Sanoatda ushbu maqsadlar uchun qo'llaniladigan ballonlarning hajmi (0,5-1,0) litrni tashkil etishi mumkin. Sig'imi 0,6 litrga teng bo'lgan bitta ballon bilan qatlam qalinligi 15 mkm ga teng 2 m² yuzani bo'yash mumkin. Havosiz changitishda ham, pnevmatik usulda ham, LBM-larining ma'lum bir qismi isrof bo'ladi, ya'ni lok-bo'yoq " fakeli " bo'yaladigan yuzaga etib bormaydi. Ularni bitta yo'nalishga yo'naltirib, bo'yaladigan yuzaga etkazish katta amaliy ahamiyatga ega. Buning uchun elektr maydonida bo'yash usulidan qo'llaniladi. Ma'lumki, zaryadlangan zarrachalar o'zgarmas (doimiy) elektr maydonida ta'sir etuvchi kuch yo'nalishiga qarab, teskari zaryadlangan elektrod tomon harakatlanadi. Agar LBM-i tomchisini (solishtirma hajmiy elektr qarshiligi $\rho_v=(10^4-10^5) \text{ Om}\cdot\text{m}$ va dielektrik sindiruvchanligi $\varepsilon=6-10$) manfiy zaryadlasak u elektr maydoniga tushganda, musbat zaryadlangan yuza tomon harakatlanadi. Ushbu prinsip elektr maydonida bo'yash usulining asosi (negizi) ni tashkil etadi. YUzani bo'yash uchun bo'yoq to'zatgich yuqori (80-120 kV) kuchlanishli tok manbaining manfiy qutbiga ulanadi. LBM-li bo'yoq to'zatgichning qirrasiga kirganda, manfiy zaryadlanadi va elektr kuchlari ta'sirida bo'yoq tomchilari buyum tomon (u musbat zaryadlangan elektrod funksiyasini bajaradi) harakatlanadi va buyum yuzasiga cho'kadi. Natijada buyum yuzasiga lok yoki bo'yoq qoplamasining pardasi hosil bo'ladi. Pardaning qalinligi bir xil bo'lib, sifati pnevmatik usulda olingan pardaning sifatiga qaraganda yaxshi bo'ladi.

CHangitish qurilmasi **2 xil** bo'lishi mumkin.

1. Mexanik changitish qurilmalari.
2. Pnevmatik changitish qurilmalari.

Mexanik changitish qurilmasi kosaga o'xshaydi, u **(700-3500) ayl/daq.** chastota bilan aylanadi. Kosa markazidan kelib tushadigan LBM-iga markazdan qochma kuchlar ta'sir etadi va uni markazdan chetlariga uloqtiradi. Natijada lok yoki bo'yoq kichik tomchilar shaklida bo'yaladigan buyum tomon harakatlanadi. Pnevmatik changitish qurilmasi mexanik changitish qurilmasidan farq qiladi. Pnevmatik changitish qurilmasida LBM-i kuchlanish ostida aylanib turuvchi kallakdan chiqadigan siqilgan havo bilan purkaladi. Natijada zaryadlangan zarrachalar bo'yaladigan pigment tomon harakatlanadi. SHuni ham yodda tutish kerakki, yuqori sifatli qoplama olish uchun LBM-lariga qo'shiladigan eritgichning tarkibi katta amaliy ahamiyatga ega. Masalan, pentaftalli emal tarkibiga eritgich sifatida saqlangan uayt-spirt ($\rho_v = 5,26 \cdot 10^{10} \text{ Om} \cdot \text{m}$ va $\varepsilon=1,6$) ga alkamon qo'shilganda (sirt faol modda qo'shganda), elektr maydonida buyumni bo'yash sifatini oshiradi. Eritmalarning elektr xossalari bo'yash sifatiga kuchli ta'sir ko'rsatadi.

Eritgichlarning solishtirma hajmiy elaktr qarshiligi va dielektrik singdiruvchanligi

Eritgich	$\rho_v, \text{Om} \cdot \text{m}$	ε	Bo'yash sifati
Uayt-spirt	$5,26 \cdot 10^{10}$	1,6	Qoniqarsiz
Ksilol	$2,04 \cdot 10^8$	2,1	Qoniqarsiz
Butilatsetat	$3,8 \cdot 10^6$	7,0	Qoniqarli
Etilatsetat	$3,0 \cdot 10^5$	7,0	Qoniqarli
Atseton	$1,6 \cdot 10^3$	23,2	Qoniqarli

Epoksid qatronini ksilolda eritib elektr maydonda buyum yuzalariga etkazilganda bo'yash sifati unchalik yaxshi chiqmagan, ammo uning tarkibiga butilatsetatdan qo'shganda, elektr xossalari yaxshilanib, bo'yash sifati ham oshgan. YUqori kuchlanishli elektr maydonida bo'yash usulidan foydalanib, alkidli, melaminoalkidli, epoksidli, akrilli, perxlorvinilli, nitrotsellyulozali va boshqa materiallarni buyum yuzasiga etkazish mumkin. Zavodlarda maxsus bo'yash

sexlari mavjud bo'lib, ishlab chiqarilgan buyumlar bo'yash qurilmalari yordamida bo'yaladi. Ta'mirlash ishlarini bajarishda panjarasimon va murakkab buyumlarni bo'yash uchun dastaki elektr to'zatgichlar ishlab chiqarilgan. Elektr maydonida bo'yash usuli iqtisodiy nuqtai nazardan samarali usullardan biridir. Masalan, pnevmatik usulda panjarasimon buyumlarni bo'yashda LBM-larining qariyb 80 % isrof bo'ladi. Ammo ularni elektr maydonida bo'yashda material isrofi bir necha foizni tashkil etishi mumkin. Ushbu usulning asosiy kamchilligi – yuqori kuchlanishdan foydalanishdir. Galvanik usulda metal qoplamalar olish texnologiyasi oddiy bo'lib, unda tuzning suvli eritmasi bilan to'ldirilgan vannada buyumni osib qo'yib, elektr toki beriladi va bir necha daqiqadan so'ng nikel, xrom, rux, yoki boshqa metall qoplamasi bilan buyum qoplanadi. Ammo buyumda LBM-lari qopalmasini hosil qilish uchun elektr tokini o'zidan o'tkazuvchi suvda eruvchan LBM-ini hosil qilish kerak bo'ladi va ular elektr cho'kuvchan bo'lishlari kerak. Mana shu shartlarga javob bera oladigan materiallar- polielektrolitlar hisoblanadi. Polimerlarni ammiak, organik aminlar va kislotalar bilan neytrallash yo'li bilan polielektrolitlarni hosil qilish mumkin. Muhitning ishqoriyligi yoki kislotaligini ko'rsatuvchi kattalik- bu muhitning vodorod ko'rsatgichi (**Ph**) dir. **Ph** ning ma'lum bir qiymatida polielektrolitlar suvda erib, murakkab komplekslar hosil qiladi. Polimer ionlari dissotsiatsiyalanib musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalar hosil qiladi. Manfiy zaryadlangan polimer ionlar (ularga polimeranionlar deb ataladi) elektr maydoni kuch liniyalari yo'nalishiga qarab, anodga (ya'ni, bo'yaladigan buyumga qarab), harakatlanadi. Anodga kelib to'qnashganda o'z zaryadini unga berib cho'kadi va suvda erimaydigan parda hosil qiladi. Pardadan elektr osmos ta'sirida suv molekulalari siqib chiqariladi va natijada qattiq parda hosil qiladi. Bo'yalgan buyum vannadan chiqarib olinadi, yuviladi va yuqori haroratda quritiladi. Ushbu usulning asosiy afzalligi shundaki, hosil bo'lgan qoplamaning qalinligi buyumning hamma joylari (qirralari, teshikchalar, oraliqlar) da bir xil bo'ladi. Buning sababi shundaki, qoplama qalinligi oshgan sari, uning izolyasiyalash qobiliyati oshadi va elektr qo'ndirish jarayoni oxiriga etadi. Hosil bo'lgan qoplama pardaning qalinligi (15-20) mkm ni tashkil etadi va u (1-2) daqiqa davomida hosil bo'ladi. Anodga elektr qo'ndirish yo'li bilan bo'yash usulidan sanoatda keng qo'llaniladi. Bo'yash usulining to'liq avtomatlashtirilgani tufayli tabiiy atrof-muhit qamroq ifloslanadi va LBM-larini tejash imkonini beradi. Qoplamaning antikorrozion xossalari yaxshilanadi. Ushbu usulning asosiy kamchilligi shundaki, metal buyumlarda LBM-ining faqatgina bitta qatlamini etkazish mumkin. Hozirgi paytda muhitning vodorod ko'rsatgichi **Ph** ning ma'lum bir qiymatida suvda polikationlar hosil qiladigan suvda eruvchan polimerlar ham ishlab chiqarilyapti. Bo'yaladigan buyum katod vazifasini ado etadi. Ushbu usulda katodda qo'ndirish uchun ishlab chiqilgan gruntlaydigan

tarkiblar buyumga etkaziladi. Ushbu usulda quvurlarning ichki yuzalari, kichik oraliqlar va hatto nihoyatda kichik diametrli naychalar LBM-lari bilan qoplanadi. Hosil bo'lgan qoplama parda yuvilib (180-200)⁰C da quritilgandan so'ng, yuqori zichlikka ega bo'lib, yaxshi adgeziyalanadi va uning himoyalash qobiliyati anodga qo'ndirish usulida olingan pardaga nisbatan 1,5-2,0 baravar ortiqdir. Mana shu usulda " Jiguli ", " Moskvich " va boshqa engil avtomashinalari LBM-lari bilan qoplanadi. Katodda elektr qo'ndirish usulida antikorrozion grunt qoplama qilingan buyumlarning ishlatish davomiyligi anodga qo'ndirish usulidagiga nisbatan 2 yilga ko'pdir. YUqorida suyuq LBM-laridan qoplama olish usullarini ko'rib chiqdik. Kukunsimon bo'yoqlarda esa eritgich yo'q, ammo suyuq LBM-lari tarkibiga kiruvchi barcha komponentlar (pigmentlar, to'ldirgichlar, qotirgichlar va boshqa) quruq bo'yoqlar tarkibida bor.

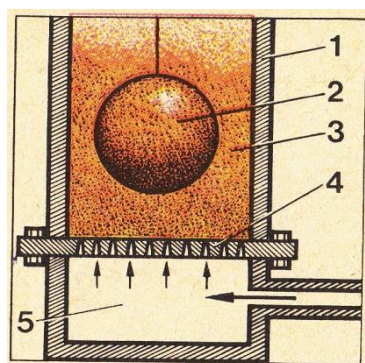
Quruq bo'yoqlarni buyumga etkazishning quyidagi 3 ta usullari ishlab chiqilgan.

1. Muallaq qatlamda etkazish.
2. Gaz alangasida etkazish.
3. Elektr maydonida etkazish.
- 4.

Muallaq (soxta qaynash, mavhum qaynash) qatlamni hosil qilish uchun kukun tarkibidan havo yoki boshqa gaz shunday bir tezlik bilan o'tkaziladiki, kukun zarrachalari muallaq holatda tursin, gaz bilan chiqib ketmasin. Muallaq qatlamni mexanik usul (masalan, kuchli titrash, aralashtirish) da hosil qilish mumkin. Muallaq qatlamning hosil qilinish usuliga qarab, LBM-larini etkazishning girdobli (uyurmаланган), titrash va tebranib girdoblanish usullari ishlab chiqilgan.

Mahsulot kukunlarini polimerning suyuqlanish haroratidan yuqoriroq haroratida saqlab, so'ng muallaq qatlamda etkazish yo'li bilan buyum bo'yaladi. Kukunlar buyum yuzasiga tekkanda, suyuqlanadi va yopishib olib yaxlit tekis qoplama hosil bo'ladi. So'ng, buyum kameradan chiqarib olinadi, qoplama yaxshiroq shakllanishi uchun kerakli haroratda isitiladi.

Muallaq qatlamda qoplama olishga mo'ljallangan qirilmaning ko'rinishi rasmda ko'rsatilgan.



Muallaq qatlamga kukunsimon polimer materiallarini etkazuvchi qurilmaning ko‘rinishi:

1-ish kamerasi; 2- bo‘yaladigan mahsulot; 3-muallaq holatdagi kukun;

4-g‘ovak to‘siq; 5- havo kamerasi.

Elektr maydonida buyumga kukunlarni etkazishda changitish paytida kukun zarrachalarida elektr zaryadlar paydo bo‘ladi. Elektr maydonida zaryadlangan zarrachalar teskari zaryadlangan buyum tomon harakatlanib, uning yuzasida cho‘kadi va saqlanib qoladi. Bu hodisa quyidagicha izohlanadi: qo‘llaniladigan uskunalar yuqori dielektrik ko‘rsatgichlarga ega bo‘lib, elektr zaryadi kukundan bo‘yaladigan buyumga “oqish”ga ulgurmaydi va bir muncha vaqt changlangan qatlamni elektrostatik tortishishi hisobiga saqlab qoladi. Ushbu vaqt davomida termik ishlov berish uchun buyumni kameraga uzatish mumkin. SHuni ham alohida ta’kidlash kerakki, kukunsimon materiallarni etkazish uchun turli qurilmalar, asbob-uskunalar va jihozlar ishlab chiqilgan. Masalan, dastaki elektr to‘zatgichlar yordamida kukunlarni turli o‘lcham va shakllarga ega bo‘lgan buyumlarga (panjaralarga, baklarga, asbob-uskunalar tanasiga) etkazish mumkin. Kukunsimon materiallarni zaryadlangan zarrachalar bulutiga etkazishga mo‘ljallangan avtomatlashtirilgan qurilmalar yaratilgan. Bo‘yaladigan buyumlar konveyeri zaryadlangan zarrachalar bulutlari kamerasi orqali harakatlanadi va ular buyum yuzasiga cho‘kadi. So‘ng, buyum termokameraga uzatiladi, unda hosil bo‘lgan kukun qatlami saqlanadi. Ushbu usulda qalinligi **(50-150) mkm** ni tashkil etgan qoplamalar olish mumkin. SHuni ham alohida ta’kidlash kerakki, har qanday qoplama olishning oxirgi bosqichi uni quritish bilan yakunlaydi. Buyum yuzasiga etkazilgan qoplamanı quritishning quyidagi usullari ishlab chiqilgan.

1. Qoplamanı konveksion quritish usuli

Bu usulda issiqlik (isitilgan havo) bo'yalgan buyum yuzasiga beriladi. Natijada lok va bo'yoq qoplamasining yuqori qatlami tezroq qurib, uning pastki qatlamlari va buyumning o'zi qoplamaning issiqlik o'tkazuvchanligi hisobiga isiydi. Quritish tezligiga LBM-ining tabiati, qoplamaning qalinligi, havoning namligi, eritgich bug'larining konsentratsiyasi, issiqlik almashinish jadalligi va bo'yaladigan buyumning issiqlik sig'imi kuchli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Muhandislik amaliyotida ushbu usuldan keng qo'llaniladi. Ammo uning **asosiy kamchilligi** shundaki, quritish qurilmalaring issiqlik inersiyasining yuqoriligi, ya'ni qurilmani isitishga ko'p vaqt va energiya sarflanadi.

2. Qoplamani termoradiatsion quritish usuli

Ushbu usul issiq jismdan issiqlik energiyasi ko'zga ko'rinmas infraqizil nurlar ajralib chiqishiga asoslangan. Ushbu usulda ma'lum masofada turib jismni isitish mumkin. Bunda infraqizil nurlari lok va bo'yoq qoplamasining ma'lum qatlamigacha singib borib, nafaqat qatlamni, balki taglik (ya'ni, buyum) ni qizdiradi. Natijada quritish jarayoni qoplamaning pastki qatlamlaridan boshlanadi, bu esa qoplamadan eritgich molekulalarini bir tekis chetlashtirish imkonini beradi.

SHuni ham inobatga olish kerakki, infraqizil nurlanish manbai sifatida elektr qizdirgichlardan qo'llanilganda, ayniqsa, lampalardan qo'llanilganda, infraqizil nurlarining buyum yoki qoplamadan qaytishiga, singib borishiga va sinishiga emalning rangi (tusi) kuchli ta'sir ko'rsatadi: qora yuza oq yuzaga nisbatan kuchli isiydi. Konveksion quritishda oksidli materiallar $(100-150)^{\circ}\text{C}$ da (1,0-1,5) soatda quriydi, termoradiatsion usulda esa (15-20) daqiqada qurishi mumkin. SHunday qilib, quritish davomiyligi (sikli) (4-6) marotaba oshib, qoplamaning sifati yaxshilanadi. Bundan tashqari, shuni ham yodda tutish kerakki, infraqizil nurlanish yordamida qoplamani quritishda buyum yuzasi tez isib, harorati oshib boradi va natijada qoplama xiralashib qolishi mumkin. Ba'zi bir holatlarda lok va bo'yoq qoplamasini bir necha daqiqa yoki soniyalarda quritish talab etilganda, ko'pincha haroratni oshirishga intiladilar. Bu esa parda hosil bo'lish jarayonlarini tezlashtirsa ham, ammo quritish davomiyligini kamaytirish imkonini berolmasligi mumkin. CHunki buyum yuzasiga etkazilgan lok va bo'yoq qoplamasining qalinligi (50-150) mkm ni tashkil etadi va yuqori haroratlarda ta'sirida u xiralashib qoladi. Hozirgi paytda tez quriydigan qoplamalar uchun ultrabinafsha, infraqizil, ultratovush, mikroto'lqinli yoki radionurlanishlar hamda elektronlar oqimi yordamida qoplama yuzasiga energiyani uzatish usullari ishlab chiqilgan. Ushbu usullardan biri UB-nurlanishlar ostida qoplamani quritish usuli hisoblanadi. UB-nurlanishning kvant energiyalari ta'sirida radikal polimerlanish reaksiyasi kechib, qoplama hosil bo'ladi. To'lqin uzunligi (200-300) nm ni tashkil etgan UB-

nurlanishning kvant energiyasi nihoyatda katta bo'lib, ($7 \cdot 10^{-12}$ - $1 \cdot 10^{-11}$) erg ni tashkil etadi. Bu esa parda hosil qiluvchi molekulalaridagi qo'sh bog'larni parchalanish energiyasidan bir nech marotaba kattadir. Reaksiya kechishi uchun kompozitsiya tarkibida (0,5-2,0) % gacha polimerlanish tashabbuskor (initsiator) lari mavjud bo'lishi maqsadga muvofiqdir. Hozirgi paytda 1 soniyada qotib qoladigan bo'yoqlar ishlab chiqilgan. Quritish davomiyligi nihoyatda kichikligi tufayli bo'yaladigan taglik umuman isimaydi. Bu esa radiotexnika, poligrofiya va xalq xo'jaligining boshqa tarmoqlarida qo'llaniladigan bo'yoqlarni tez quritish uchun katta amaliy ahamiyatga ega.

3.3. POLIMERLARNI QAYTA ISHLASHDA EKOLOGIYA MUAMMOLARI VA ATROF MUHITNI MUXOFAZA QILISH.

Ifloslanish deganda, mazkur muhitda (masalan, ish joyida) oldin uchramagan moddalarning paydo bo'lishi, sifat jihatidan muhitning oldingi tabiiy holatiga teng bo'lmagan holati tushuniladi. Agar havo yoki gaz tarkibida qattiq modda zarrachalari mavjud bo'lsa, unda bu sistemaga, chang deb ataladi. Havo tarkibidagi qattiq zarrachalarning o'lchami 5 – 10 mkm atrofida bo'lishi mumkin. O'lchami 10 mkm dan kichik bo'lgan dispers sistemalariga, aerozollar deb ataladi. Demak, chang ham aerozollarning bir turidir. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, muhandislik amaliyotida chang deb, nafaqat zarrachalari havoda muallaq turgan muhit (aerozollar) ni, balki turli tabiatli kichik zarrachalardan tarkib topgan sistemalar, shuningdek, cho'kkan kukunlarni ham chang deyiladi. CHanglarni kelib chiqish sabablariga qarab, 2 guruhga bo'lish mumkin.

1. Tabiiy changlar. Ularning paydo bo'lishi inson faoliyatiga bog'liq emas.
2. Sun'iy changlar, ya'ni sanoat korxonalarida insonning bevosita yoki bilvosita ta'siri natijasida hosil bo'ladigan changlar.

CHanglar kimyoviy va mineralogik tarkibiga qarab, quyidagi 5 ta asosiy guruhlarga bo'linadi.

1. Organik changlar.
2. Anorganik changlar.
3. Zaharli changlar.
4. Portlanuvchi changlar.
5. YOnuvchi changlar.

CHanglar zarrachalarining o'lchamiga qarab, quyidagi 3 ta guruhlarga bo'linadi.

1. Ko'zga ko'rinuvchi changlar. Ularning o'lchami 10 mkm dan katta bo'lib, o'z og'irlik kuchlari ta'sirida erga bimalol cho'ka oladi.
2. Mikroskopik changlar. Ularning o'lchami 0,25 – 10,0 mkm atrofida bo'lishi mumkin va ular erga sekin – asta cho'kadi.
3. Ultramikroskopik changlar. Ularning o'lchami 0,25 mkm dan kichik bo'lib, havoda muallaq holatda bo'ladi va ularni faqat elektron mikroskoplar yordamida ko'rish mumkin. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, chang zarrachalarining

solishtirma yuzalari kattaligi tufayli ular yonuvchan va portlash qobiliyatiga ega bo'ladi. Masalan, yuzasi 1 sm^2 qattiq jismning yuzalari $0,1 \text{ mkm}^2$ ga teng bo'lgan kichik kublarga bo'lsak, kublarning umumiy yon yuzalari 6 sm^2 dan 60 m^2 gacha bo'lishi mumkin. Demak, changlarning harakatlanishiga zarrachalarining o'lchami, massasi va zichligi kuchli ta'sir ko'rsatadi. Ishlab chiqarish korxonalarida 1 m^3 havo tarkibida 100 mg va undan yuqori chang zarrachalari bo'lishi mumkin. CHang zarrachalarining o'lchami qancha kichik bo'lsa, nafas olish yo'llari, teri, ko'z va shilliq pardalar orqali inson organizmiga kirib borishi shuncha oson bo'ladi. Natijada turli kassalliklar kelib chiqishi mumkin. Ulug' bobokalonimiz Abu Ali Ibn Sino "CHang bo'lmaganda, inson ming yil yashar edi!" deb, behuda aytmaganlar. SHuning uchun ishlab chiqarish korxonalarida har bir zararli modda (gaz, bug', chang, suyuqlik) ning havo tarkibida ruxsat etilgan chegaraviy konsentratsiya (RECHK) si o'rnatilgan bo'ladi. Polimer va rezina ishlab chiqarish korxonalarida materiallarni yanchish, kompozitsiya yoki qorishmalarni aralashtirish, ularni quritish, bir joydan ikkinchi joyga uzatish, qurilmalarga xom ashyoni yuklash yoki ulardan tushirish jarayonida zarrachalarining o'lchami (3 – 70) mkm ni tashkil etgan changlar paydo bo'ladi. YOqilg'ilarni yoqish paytida tutunlar, bug'larni kondensatsiyalashda esa tumanlar hosil bo'ladi. Tutun va tumanlar tarkibida o'lchami (0,3 – 5,0) mkm ni tashkil etadigan qattiq yoki suyuq zararli moddalar bo'lishi mumkin. Texnologik jarayonlarni to'g'ri amalga oshirish va tabiiy atrof – muhitni zararli moddalardan muhofaza qilish uchun har bir zararli moddaning havo tarkibida ruxsat etilgan chegaraviy konsentratsiya (RECHK) si o'rnatilgan bo'ladi. Hozirgi paytda 1926 ta zararli moddalarning havo tarkibida RECHK lari aniqlangan. DavST 12.1. 005 – 88 "Ish joyining havosiga nisbatan sanitariya va gigiena umumiy talablari" da ish joyida havo tarkibidagi zararli moddalarning RECHK lari belgilab berilgan. Zararli moddaning havo tarkibida RECHK si deyilganda, uning inson va uning zurriyoti, tabiiy atrof – muhit, o'simlik va hayvonot dunyosi uchun zararsiz miqdori tushuniladi va MG/M^3 o'lchov birligida o'lchanadi. RECHK 1 m^3 havoda zararli moddaning zararsiz miqdori (massasi) ni ifodalaydi. DavST 12.1. 007 – 88 "Zararli moddalarning turlari va ularga nisbatan xavfsizlik talablari" da barcha zaharli moddalar quyidagi 4 ta sinflarga bo'lingan.

1. O'ta xavfli zaharli moddalar. Ularning havo tarkibida RECHK lari $0,1 \text{ MG}/\text{M}^3$ dan kichik bo'ladi.
2. YUqori darajada xavfli zaharli moddalar. Ularning havo tarkibida RECHK lari $(0,1 - 1,0) \text{ MG}/\text{M}^3$ atrofida bo'lishi mumkin.

3. O‘rtacha darajada xavfli zaharli moddalar. Ularning havo tarkibida RECHK lari $(1,0 - 10,0) \text{ }^{\text{MG}}/\text{M}^3$ atrofida bo‘lishi mumkin.

4. Kam zaharli moddalar. Ularning havo tarkibida RECHK lari $10 \text{ }^{\text{MG}}/\text{M}^3$ dan yuqori bo‘ladi.

Har bir ish joyida zararli changlar, bug‘lar va boshqa moddalarning havo tarkibida RECHK larini aniqlanishi inson sog‘lig‘ini va tabiiy atrof – muhit musaffoligini saqlashda nihoyatda katta ko‘mak beradi.

Zaharli moddalar, ularning turlari va havo tarkibida ruxsat etilgan chegaraviy konsentratsiyalari.

Ishlab chiqarishda zaharli moddalar deb, mehnat faoliyatida inson sog‘ligiga salbiy ta’sir etib, ish faoliyatini pasaytiradigan, yurak – qon, o‘pka va asab tizimini buzadigan darajada zaharlanishni vujudga keltiruvchi moddalarga, aytiladi.

Polimer kompozitsiyalarini qayta ishlashga tayyorlash va ularni qayta ishlash jarayonida quyidagi zaharli moddalar ajralib chiqishi mumkin.

1. Qattiq holatda uchraydigan zaharli moddalar. Bu guruhga qo‘rg‘oshin, margimush (mishyak) va ularning birikmalari, pasta yoki kukun shaklidagi bo‘yatchilar, kalsiy karbit va boshqalar kiradi.

2. Suyuq holatda uchraydigan zaharli moddalar. Bu guruhga plastifikator va barqarorlashtiruvchi moddalarning ba’zi bir turlari, suyultirgich va eritgichlar, ishqor va kislotalar va boshqalar kiradi.

3. Gaz yoki bug‘ holatida uchraydigan zaharli moddalar. Bu guruhga uglerod oksidi, azot oksidi, suyuq zaharli moddalarning bug‘lari, NCl va boshqalar kiradi.

Zaharli moddalar, agregat holatidan qat’i nazar, nafas olish yo‘llariga kuchli ta’sir etadi, terini jarohatlaydi, qon tarkibini buzadi va markaziy asab tizimini ishdan chiqaradi. Quyidagi jadvalda lok, bo‘yoq va polimer ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan suyuq eritgichlarning asosiy xossalari va ularning havo tarkibida RECHK lari keltirilgan. Qayta ishlash jarayonida polimer tarkibidan namlik va uchuvchan moddalar ajralib chiqadi. Xususan, yuqori harorat va mexanik kuchlar ta’sirida makromolekulalar ma’lum darajada parchalanadi va ularning tarkibidan gaz, bug‘ va boshqa uchuvchan moddalar ajralib chiqishi mumkin.

Lok, bo‘yoq va polimer ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan suyuq eritgichlarning asosiy xossalari va ularning havo tarkibida RECHK lari

t_r	Erituvchilar	Zichligi ρ g/sm ³	Qaynash T, °C	CHaqnash T, °C	RECHK, mg/m ³
1	N – butil spirti	0,812	114 – 117	34	10
2	Izobutil spirti	0,800 – 0,902	104 – 107	22 – 28	-
3	Siklogeksanon	0,945 – 0,947	150 – 156	44	10
4	Ksilol	0,856 – 0,861	137 – 139	20 – 29	50
5	Toluol	0,856 – 0,861	109 – 111	4 – 7	50
6	Amilatsetat	0,870	135 – 140	20 – 39	100
7	Atseton	0,791	55 – 57	-13 - 18	200
8	Metiletilketon	0,820	75 – 85	-6 - 14	200
9	Etilatsetat	0,900	74 – 77	-2 - 4	200
10	Benzin	0,795	165 – 200	33	300
11	Skipidar	0,855 – 0,876	153 – 170	34	300
12	Etil spirti	0,804 – 0,814	78,3	12 - 18	1000

SHuning uchun qayta ishlash qurilmalarning ustida ularni so‘rib olish uchun maxsus “shlyapa” lar o‘rnatiladi. Masalan, PVX ni qayta ishlashda NSI, PS ni qayta ishlashda stirol, PF ni qayta ishlashda formaldegid va boshqa uchuvchan gazlar yoki bug‘lar ajralib chiqadi. Makromolekulalardan monomerning ajralib chiqishiga, depolimerlanish deb ataladi. Polimerlarni qayta ishlash jarayonida ko‘pincha bug‘ va gazsimon moddalar ajralib chiqadi.

1. Amiak NH_3 – hidli rangsiz gaz bo‘lib, u suyuq holatda ham uchraydi. Uning havo tarkibida RECHK si 0,04 mg/m³ni tashkil etadi. Uning ta‘sirida nafas olish yo‘llari jarohatlanadi va qon bosimi pasayishi mumkin. Terida pufakchalar hosil bo‘ladi, ko‘zga tushganda, ko‘r qilib qo‘yishi mumkin.

2. Atsetilen S_2N_2 – sezilarli hidli gaz bo‘lib, u suyuq holatda ham uchraydi. U o‘ta portlovchi moddalar guruhiga mansub bo‘lib, undan payvandlash ishlarini bajarishda keng qo‘llaniladi.
3. Xlor Sl_2 – o‘tkir hidli sarg‘ish – yashil rangli bo‘g‘uvchi gazdir. Uning havo tarkibida RECHK si 1 mg/m^3 ni tashkil etadi. Xlor ta‘sirida o‘pkada shishlar paydo bo‘ladi, kishi yuziga xlorli dog‘lar paydo bo‘lib, yaraga aylanishi mumkin. Xlorli bug‘lari ta‘siridan yurak – qon faoliyati buzilib, fojiali halokat sodir bo‘lishi mumkin.
4. Vodород oltingugurt N_2S – rangsiz, aynigan tuxum hidiga o‘xshash sassiq hidli gaz bo‘lib, uning havo tarkibida RECHK si 10 mg/m^3 ni tashkil etadi. Uning ta‘sirida o‘pka va markaziy asab tizimlari zaharlanishi mumkin. Agar 1 m^3 havoda uning miqdori 1000 mg ni tashkil etsa, nafas olish jarayonlari qiyinlashadi va fojiali halokat sodir bo‘lishi mumkin.
5. Oltingugurt qo‘sh oksidi SO_2 – rangsiz va bo‘g‘uvchan hidli gaz bo‘lib, uning havo tarkibida RECHK si 10 mg/m^3 ni tashkil etadi. U havo tarkibidagi namlik bilan kimyoviy reaksiyaga kirishib, kuchsiz sulfid kislota hosil qilishi mumkin. Uning ta‘sirida o‘pkada shishlar paydo bo‘ladi, ko‘z qizaradi, odam hushidan ketishi mumkin.
6. Uglerod oksidi SO (sanoatda ugar gaz deb ataladi) – hidsiz va rangsiz gaz bo‘lib, uning havo tarkibida RECHK si 20 mg/m^3 ni tashkil etadi. Uning ta‘sirida bosh og‘rib, ko‘ngil ayniydi, qusish yuz beradi. O‘pka, yurak – qon va asab kasalligiga uchraganlar ushbu gaz mavjud bo‘lgan ish joylarida ishlashlari man etiladi.
7. Benzol S_6N_6 – rangsiz, engil bug‘lanuvchi xushbo‘y hidli suyuqlik bo‘lib, sanoatning ko‘p tarmoqlarida keng qo‘llaniladi. Undan suyultirgich sifatida qo‘llanilishi man etilgan. U zaharli modda bo‘lib, havo tarkibida RECHK si $0,1 \text{ mg/m}^3$ ni tashkil etadi. U markaziy asab tizimiga, yurak – qon va o‘pkaga kuchli ta‘sir etadi, kishi mast odamga o‘xshaydi, markaziy asab tizimi, yurak – qon tomirlar faoliyatini boshqaruvchi markazlar falaj bo‘lib qolishi mumkin.
8. Toluol S_7N_8 – rangsiz suyuqlik bo‘lib, uning havo tarkibida RECHK si 50 mg/m^3 ni tashkil etadi. Undan rang va bo‘yoq, rezina va pardalar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi. Toluol yonuvchan suyuqlik bo‘lib, engil bug‘lanadi. Ushbu xossalarga benzol, ksilol (RECHK si $0,2 \text{ mg/m}^3$) va stirol (RECHK si $0,002 \text{ mg/m}^3$) ega. Ulardan ko‘pincha eritgich sifatida keng qo‘llaniladi.

9. Atseton S_3N_6O – rangsiz, o‘tkir hidli suyuqlik bo‘lib, uning havo tarkibida RECHK si 200 mg/m^3 ni tashkil etadi. Atsetondan suyultirgich sifatida keng qo‘llaniladi. U tez bug‘lanuvchan suyuqlik bo‘lib, bug‘larining ta‘siridan mast kishiga o‘xshash holatga tushish mumkin, bosh og‘rig‘i va hushsizlanish holatlari sodir bo‘lishi mumkin.

10. Benzin S_7N_{13} – rangsiz, engil bug‘lanuvchan va portlash xususiyatiga ega bo‘lgan suyuqlikdir. Uning havo tarkibida RECHK si 100 mg/m^3 ni tashkil etadi. Benzinning AI – 72, AI – 76, AI-80, A – 91, A – 93, A – 95, A – 98, kabi turlari bor. Inson organizmiga ko‘p miqdorda singan benzin bug‘lari hushsizlanishga va hatto fojiali halokatga olib kelishi mumkin. Hozirgi paytda atmosfera havosining sun‘iy ifloslanishi uning tabiiy ifloslanishiga nisbatan ustunlik qilmoqda. Atmosfera havosining sun‘iy ifloslanishini oldini olish uchun changlar va boshqa zararli moddalarning miqdorini RECHK laridan oshib ketmasligini ta‘minlash kerak. Buning uchun ish joylarida changli havoni so‘rib oluvchi yoki filtrlovchi qurilmalar o‘rnatilishi lozim.

Quyidagi 3 ta maqsadlarni ko‘zlab, havo yoki gaz boshqa zararli moddalardan tozalanadi.

1. Tabiiy atrof – muhit mussafoligini saqlash uchun, ya’ni changlar va boshqa zararli moddalarning miqdori RECHK laridan oshib ketmasligini ta‘minlash uchun.
2. CHanglangan havo yoki gaz tarkibidan qimmatbaho xom – ashyolarni ajratib olish uchun.
3. Asbob – uskuna va qurilmalarining buzilishini tezlashtiruvchi va texnologik jarayonlarga salbiy ta‘sir etuvchi tajovuzkor moddalarni havo yoki gaz tarkibidan ajratib olish uchun. Birinchi marotaba o‘tgan asrning 50 – yillarida rus olimlari, akad. N.N. Semyonov va I.V. Petryanovlar tomonidan “chiqindisiz texnologiya” atamasi fanga kiritilgan edi.

CHiqindisiz texnologiya inson ehtiyojlarini qondirish, bilimlar, usullar va vositalarni amalda tadbiq etish, tabiiy resurslardan va energiyadan samarali foydalanishni ta‘minlash va tabiiy atrof – muhitni muhofazalash demakdir. CHiqindisiz texnologiya – bu mahsulot ishlab chiqarishning shunday samarali usuliki, unda xom – ashyo – ishlab chiqarish – iste’mol qilish – ikkilamchi xom – ashyo resurslari siklida energiya va xom – ashyolardan samarali va kompleks ravishda qo‘llaniladi va tabiiy muhitga etkaziladigan har qanday ta‘sir uni normal holatidan chiqara olmaydi.

Ushbu ta'rifda 3 ta holatni ajratish mumkin.

1. CHiqindisiz ishlab chiqarish negizini inson tomonidan ongli ravishda tashkil etilgan va rostlangan texnogen moddalarning aylanib turishi tashkil etadi.
2. Xom – ashyo tarkibidagi barcha komponentlardan unumli foydalanish va energiya resurslari potensialidan to'liq foydalanishning majburiyligi.
3. CHiqindisiz texnologiyaning tabiiy muhitga va uning normal holatiga ta'sir etmasligi.

“Kam chiqindili texnologiya” mahsulot ishlab chiqarishning shunday usuliki, unda tabiiy muhitga etkaziladigan har qanday ta'sir ruxsat etilgan sanitariya – gigiena me'yorlaridan oshmaydi. Polimerlarni qayta ishalash korxonalarida ba'zi bir texnik va tashkiliy nosozliklar yoki iqtisodiy sabablar tufayli xom – ashyoning ma'lum bir miqdori chiqindi bo'lib qolishi mumkin, ammo ular ekologik xavfsiz joylarda saqlanadi yoki boshqa maqsadlarda qo'llaniladi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, kam chiqindili ishlab chiqarishni tashkil etishning asosiy sharti – korxonada foydalanishga yaroqsiz chiqindilar (xususan, zaharli moddalar) ni zararsizlantirish sistemasining mavjudligidir. Bunday chiqindilarning miqdori va tabiiy atrof – muhitga etkaziladigan ta'siri ularning havoda RECHK laridan oshmasligi kerak. SHuni ham yodda tutish kerakki, “chiqindisiz va kam chiqindili texnologiya” atamaları “tabiiy resurslar”, “xom – ashyolarga kompleks (hamma tomonlama) ishlov berish”, “resurslardan samarali foydalanish”, “qo'shimcha (ikkinchi darajali) mahsulotlar”, “ishlab chiqarish chiqindilari”, “iste'molga yaroqsiz chiqindilar”, “ikkilamchi materiallar resurslari”, “ikkilamchi energiya resurslari”, “iqtisodiy zarar” kabi atama va iboralar bilan uzviy bog'liqdir.

“Tabiiy resurslar” va “mineral resurslar”.

“Resurs” – fransuz tilidan olingan bo'lib, “yashash vositasi” demakdir. Resurs deganda, tabiiy jismlar va foydalaniladigan energiya turlari tushuniladi. Quyosh energiyasi, shamol energiyasi, to'lqinlar energiyasi, suv, tuproq va tabiiy minerallar, hayvonot va o'simliklar, ularning qoldiqlari va h. – tabiiy resurslardir. Ulardan polimerlarni qayta ishlashda foydalanish mumkin. Er bag'ridan qazib olinadigan mineral xom – ashyo zahiralarining majmuiga, mineral resurslar deb ataladi. Masalan, Angren toshko'mir konidan olinadigan kaolindan nafaqat chini buyumlarni oqartirishga, balki polimer buyumlarning mustahkamligini oshiruvchi to'ldirgich sifatida ham qo'llaniladi. CHigitni qayta ishlash jarayonida hosil bo'ladigan moysimon chiqindilardan plastifikator va barqarorlashtiruvchi modda sifatida qo'llaniladi. Xom – ashyolardan hamma tomonlama (kompleks)

foydalanish – xom – ashyo va ishlab chiqarish chiqindilari tarkibidan ajralib chiqadigan komponentlardan (bug‘, gaz va boshqalardan) samarali foydalanishni nazarda tutadi. Xom – ashyo tarkibidagi qimmatbaho komponentlarni ajratib olish darajasi va ulardan oqilona foydalanish ularga bo‘lgan ehtiyoj va talablarga, shuningdek, qo‘llaniladigan texnik vositalarning samaradorligiga bog‘liqdir. Xom–ashyolardan unumli foydalanish ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, mahsulot turlari va hajmini ko‘payishini ta‘minlaydi, mahsulot narxini pasaytiradi, xom – ashyo resurslarini yaratishga sarflanadigan mablag‘larni kamaytiradi, chiqindilar miqdorini keskin kamaytirib, tabiiy atrof – muhitni ifloslanishini oldini olishga imkon beradi. Xom – ashyolarga fizik – kimyoviy ishlov berish jarayonida asosiy ishlab chiqarish mahsuloti bilan birga qo‘shimcha yo‘laqay yoki aloqador mahsulotlar paydo bo‘lishi mumkin. Masalan, polimerlarni qayta ishlash jarayonida depolimerlanish va destruksiya jarayonlari kuchayib, makromolekula tarkibidan monomer ajralib chiqishi mumkin. YOki neft ishlab chiqarishda qoldiq modda mazut hisoblanadi. Mazutning tarkibida vanadiy, nikel, magniy, kremniy kabi elementlardan tashqari, (70 – 90) % oltingugurt mavjud. Xom – ashyoga ishlov berish paytida ularning paydo bo‘lishi ishlab chiqarish jarayonining asosiy maqsadi emas, ammo ushbu monomerlardan, yo‘lakay yoki aloqador mahsulotlardan tayyor xom – ashyo sifatida qo‘llash mumkin. Bunday qo‘shimcha mahsulotlar uchun davlat standartlari, tarmoq standartlari, texnik shartlar va tasdiqlangan narxlar ishlab chiqilgan bo‘lib, ulardan korxonalarda keng miqyosda qo‘llaniladi. Bunday me‘yoriy hujjatlar qonun kuchiga ega. SHuni ham alohida ta‘kidlash kerakki, qo‘shimcha yo‘lakay yoki aloqador mahsulotlarni ajratib olish yoki ularga qayta ishlov berish jarayonlari serxarajat bo‘lsa (energiya va mablag‘ni ko‘proq talab etsa), unda bunday mahsulotlardan yonilg‘i sifatida yoki boshqa maqsadlar uchun qo‘llash mumkin. Xom – ashyo qoldiqlari, materiallar va yarimmahsulotlar (polufabrikatlar), sifat ko‘rsatgichlarini qisman yoki to‘liq yo‘qotgan va davlat standartlari talablariga mos kelmaydigan buyumlar yoki chiqindilarga, ishlab chiqarish chiqindilari deyiladi. Qo‘llash muddatini o‘tab bo‘lgan materiallar, eskirgan buyumlar, siniq yoki parchalangan materiallarga, iste‘molga yaroqsiz chiqindilar deb ataladi. Masalan, polimer buyumlari, siniq stol – stullar, bir marotaba ishlatiladigan shipritslar, naychalar, ruchkalar, baklashkalar, avtomobil shinalari, tolali yoki pardali materiallar va h. Ulardan xom – ashyo sifatida yoki boshqa materiallar uchun qo‘shimcha modda sifatida ishlatilishi mumkin. Ishlab chiqarish chiqindilari va iste‘molga yaroqsiz chiqindilarning majmuiga, ikkilamchi materiallar resurslari deb ataladi. Ulardan mahsulot ishlab chiqarishda asosiy yoki yordamchi material sifatida foydalanish mumkin. Bundan tashqari, bu guruhga shartli ravishda yo‘lakay yoki aloqador qo‘shimcha mahsulotlarni ham kiritish mumkin. Ular sanoat korxonalari uchun materiallar

resursining potensial zaxiralari hisoblanadi. Texnologik jarayonlarning kechishi davomida qurilmalarda paydo bo‘ladigan issiqliklarga, ikkilamchi energetik resurslar deb ataladi. Ular qo‘shimcha va oraliq mahsulotlarning energetik potensialidir. Ulardan korxonaning o‘zida yoki qo‘shni korxonalarni energiya bilan ta‘minlashda qisman yoki to‘liq foydalanish mumkin. Masalan, korxonadagi issiq suv, bug‘, gaz va tutunlarning fizik issiqliklari, materiallar oqimining issiqliklari, siqilgan gazlarning issiqliklaridan nafaqat korxonaning o‘zida, balki qo‘shni korxonalarni energiya bilan ta‘minlashda, xususan, ularni isitishda foydalanish mumkin. Polimerlarni qayta ishlash korxonasida chiqindisiz texnologiyalarni joriy etish uchun quyidagi 5 ta asosiy ilmiy asoslangan prinsiplarga amal qilinadi.

1. Korxonada kechadigan tabiiy, ijtimoiy va ishlab chiqarish texnologik jarayonlarni bir – biriga bog‘liqligini ta‘minlash kerak bo‘ladi.

2. Xom – ashyo va energiya resurslari (elektr energiyasi, issiqlik energiyasi, tutun va gazlarning issiqliklari va h.) dan hamma tomonlama foydalanishning samarali usullari va vositalarini yaratish kerak bo‘ladi. Bu muammoni samarali echish uchun korxonalar bir – biriga yaqinroq joylashishi kerak. Bu esa, o‘z navbatida, hududiy ishlab chiqarish kompleksini qurishni taqozo etadi. Unda bitta korxonaning chiqindilaridan boshqa korxonalarda foydalanish imkoni tug‘iladi. Masalan, korxonada ajralib chiqadigan gazlar, bug‘lar va boshqa uchuvchan moddalar boshqa korxona uchun asosiy xom – ashyo vazifasini bajarilishi mumkin.

3. Materiallar oqimining davriy siklini yaratish kerak bo‘ladi. Masalan, suv, bug‘ va gazlarni yopiq aylanma ta‘minotini yaratish kerak bo‘ladi.

4. Tabiiy atrof – muhitga ishlab chiqarish ta‘sirini cheklash kerak bo‘ladi. YA’ni, tabiiy atrof – muhitga etkaziladigan har qanday ta‘sir, uning sifat ko‘rsatgichlariga ta‘sir ko‘rsatmasligini yoki tabiiy muhitning sifat ko‘rsatgichlari o‘zgarsa ham, ruxsat etilgan chegaralardan oshmasligini ta‘minlash kerak bo‘ladi.

5. CHiqindisiz ishlab chiqarishni tashkil etish samaradorligini oshirish kerak bo‘ladi. YUqori samaradorlikka erishish uchun energetik, texnologik, iqtisodiy, ijtimoiy va ekologik omillar, tabiiy resurslardan samarali foydalanish darajasi, ishlab chiqarish hajmining o‘sishi va sarflangan mablag‘lar inobatga olinadi.

SHuni alohida ta‘kidlash kerakki, muhandislik amaliyotida **100 %** chiqindisiz texnologiyalarni amalda joriy etish nihoyatda murakkab loyihalarni ishlab chiqishni, texnologik jarayonlar va zamonaviy yangi asbob – uskunalarni, energiya va xom – ashyolarni tejovchi qurilmalarni yaratishni taqozo etadi. Bundan

tashqari, korxonadagi tozalash inshootlari va qurilmalar (chang cho'ktirish kameralari, siklonlar, skrubberlar, filtrlar, adsorbentlar) yordamida ushlab qolingani tashlanmalar chiqindilardan to'la – to'kis foydalanish muammolarini echolmaydi. YUqori tozalash darajasiga erishish uchun katta mablag' va energiya sarflanadi. Xususan, tabiiy atrof – muhitni muhofaza qilish chora – tadbirlari uchun ajratiladigan mablag'larning oshirilishi ishlab chiqarish iqtisodiy ko'rsatgichlariga salbiy ta'sir ko'rsatilishi ham mumkin. Xom – ashyolardan to'liq foydalanish va energiya isrofini kamaytirishning samarali yo'llaridan biri – kam chiqindili texnologiyalarni joriy etish hisoblanadi. CHiqindisiz texnologiya an'anaviy texnologiyalarga nisbatan asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat.

1. CHiqindisiz ishlab chiqarishni yaratish uchun prinsipial yangi texnologiyalarni yaratish kerak bo'lsa – da, unda nafaqat ishlab chiqarish chiqindilari, balki iste'molga yaroqsiz chiqindilardan foydalanish imkoniyatlari yaratiladi.

2. CHiqindisiz texnologiya negizini davriy sikl tashkil etadi: xom – ashyo resurslari – ishlab chiqarish – iste'mol qilish – ikkilamchi xom – ashyo resurslari – ikkilamchi energetik resurslar. Ushbu siklda xom – ashyo va uning tarkibidagi komponentlar bir necha marotaba qayta qo'llanilishi mumkin.

3. CHiqindisiz texnologiyada xom – ashyolardan unumli foydalanish yo'li bilan ishlab chiqarish samaradorligini oshirish mumkin, mahsulot turlari va hajmini ko'paytirish mumkin, mahsulot narxini pasaytirish mumkin, xom – ashyo va energiya resurslaridan to'liq foydalanish mumkin va bunday resurslarni yaratishga sarflanadigan xarajatlarni keskin kamaytirish mumkin, chiqindilardan unumli foydalanib, tabiiy atrof – muhit musaffoligini saqlash mumkin. Masalan, agar 1 tonna surtuvchi moylarning dastlabki xossalari qayta tiklansa, bu 6 tonna neftni tejash imkonini beradi. Bir tonna surtuvchi moyning dastlabki xossalarini qayta tiklashga sarflanadigan xarajatlarda esa yangi moy va neft ishlab chiqarishga sarflanadigan mablag'larning yarmini tashkil etadi. Qo'llanish muddatini o'tab bo'lgan yoki eskirgan 1 mln tonna avtomobil va traktor shinalarining dastlabki xossalarini qayta tiklash 700 ming tonna rezina mahsulotlarini, 130 – 150 ming tonna to'qimachilik tolalari va 30 – 40 ming tonna po'lat simlarni tejash imkonini beradi. Bir tonna paxtadan, uning naviga qarab, 320 – 340 kg tola olinadi. Ushbu tolalardan 3500 m² gazlama yoki 140 ming dona g'altak ip olish mumkin. 580 kg ajratib olingan chigitdan esa 112 kg yog', 270 kg kunjara, 170 kg sheluxa, 10 kg sovun va 8 kg lint olinadi. Paxtazorlarda va yo'llarda to'kilib yotadigan 1 tonna paxtani yig'ib topshirish 3600 m gazlamani, 260 kg kunjarani, 180 kg sheluxani va 16 kg sovunni tejash imkonini beradi. Kimyoviy usullar bilan qayta ishlangan 1 m³ yog'ochdan 200 kg sellyuloza (yozuv qog'ozi), 220 kg ovqatga ishlatiladigan

glyukoza yoki 6000 m² sellofan (gidratsellyuloza pardasi), 5 – 6 l yog‘och spirti, 20 l sirka kislotasi yoki 70 l vino spirti, 4000 juft paypoq yoki 180 juft kalish va 2 dona avtomobil shinasi olish mumkin.

Bir m³ terak yog‘ochidan 1 mln donadan ziyodroq gugurt cho‘plari yoki 300 kg krton olish mumkin. Ma’lumotlarga qaraganda, 1999 yili Namangan viloyati paxta tozalash korxonalarida jami 223 ming tonna tola qayta ishlanib, undan 2384 tonna paxta linti (~ 10,7 %) olingan. Viloyat bo‘yicha yiliga 2676 tonna siklon momig‘i hosil bo‘lar ekan. Ular qog‘oz ishlab chiqarish uchun asosiy xom – ashyo hisoblanadi. YUqorida keltirilgan misollardan kelib chiqadigan asosiy xulosa shuki, polimerlarni qayta ishlash korxonalarida chiqindisiz texnologiyalarni joriy etish yo‘li bilan ishlab chiqarish chiqindilari va iste’molga yaroqsiz chiqindilardan to‘liq foydalanish mumkin. Masalan, sellofan pardalari negizini sellyuloza tashkil etadi. Paxta momig‘idan ham, yog‘och qirindilaridan ham, sellyuloza olish mumkin. Demak, ularni polimer material tarkibiga kiritib, uning tizimi va xossalarini kerakli darajada o‘zgartirish mumkin. Hozirgi paytda polimer, sintetik kauchuk va rezina mahsulotlari ishlab chiqarish korxonalarida paydo bo‘ladigan gazsimon, suyuq va qattiq chiqindilardan spirt, stirol va sulfat kislota olishda keng foydalaniladi. SHuni alohida ta’kidlash kerakki, ko‘pgina qattiq polimer mahsulotlari oddiy xona haroratida zararli emas. Ammo ularga ishlov berish jarayonida, xususan, harorat suyuqlanish haroratiga yaqinlashganda gaz, bug‘ va boshqa zararli uchuvchan moddalar ajralib chiqishi mumkin. Polimer mahsulotlarining kimyoviy tarkibi va tizimiga qarab, ularning suyuqlanish haroratlari bir – biridan farq qiladi. Masalan, PE 120 – 135 °C da, PP 160 – 172 °C da, PF 173 – 180 °C da, PA – 12 178 – 180 °C da, PA – 610 213 – 222 °C da, PA – 66 252 – 265 °C da, PK 220 – 240 °C da, PETF 225 – 267 °C da, PTFE esa 320 °C da suyuqlanib, oquvchan holatga o‘tada. Mana shu holatda masulot tarkibidan zararli gaz va bug‘lar ajralib chiqadi. Masalan, 1 tonna viskoza ipagi ishlab chiqarish jarayonida 27,5 kg CS₂ gazlari va 3 kg H₂S ajralib chiqadi. Bir tonna naylon tolasi ishlab chiqarish jarayonida 3,5 kg uglevodorodlar va 7,5 kg yog‘ bug‘lari ajralib chiqadi. Polimerlarni qayta ishlash jarayonida fenol, aminlar, kimyoviy reaksiya tezligini oshiruvchi moddalar (katalizatorlar), plastifikatorlar, efir moylari, organik kislotalar va tabiiy atrof – muhitni ifloslantiruvchi boshqa moddalar jaralib chiqishi mumkin. Sintetik kauchuk va rezina mahsulotlari ishlab chiqarishda uchuvchan monomerlar (stirol, izopren, butadien, xlorpiren) va erituvchi moddalar (toluol, benzol, atseton va h.) ajralib chiqishi mumkin. Umuman olganda, hozirgi paytda chiqindilar ajratmaydigan ishlab chiqarish korxonalarining soni juda kam. Ko‘pgina mahsulot turlari sifatsiz, davlat standartlari talablariga mos kelmasligi va, xususan, texnologik jarayonlar

takomillashtirilmaganligi tufayli chiqindi bo'lib, ular tabiiy atrof – muhitni ifloslantiruvchi sun'iy manbalarga aylanib qolmoqda. Sanoat korxonalaridagi texnologik jarayonlarni takomillashtirish va chiqindisiz texnologiyalarni joriy etish yo'li bilan ushbu ajralib chiqadigan ikkilamchi materiallar resurslaridan to'liq foydalanib, katta daromadgaega bo'lishi mumkin.

Polimer chiqindilarining asosiy manbalari quyidagilardan iborat.

1. Xom – ashyo qoldiqlari, ya'ni mahsulotlar, fizik – kimyoviy ishlov berish jarayonida paydo bo'ladigan mahsulotlar, qayta ishlash jarayonida paydo bo'ladigan va davlat standartlari talablariga mos kelmaydigan buyumlar va hokazolar. Odatda, bunday chiqindilarga, ishlab chiqarish yoki sanoat chiqindilari deb ataladi.
2. Ishlatish muhlatini o'tab bo'lgan buyumlar, ya'ni iste'molga yaroqsiz chiqindilar. Odatda, ishlab chiqarish chiqindilari va iste'molga yaroqsiz chiqindilar majmuiga, ikkilamchi materiallar resursi deyiladi.
3. Uy – ro'zg'or chiqindilari.

Ikkinchi va uchunchi guruhlardagi chiqindilarga ishlatish muhlatini o'tab bo'lgan, eskirgan, qo'llashga yaroqsiz holatga kelib qolgan polimer buyumlari, rezina mahsulotlari, pardali va tolali materiallar, qog'oz, karton, stol – stullar, quvur va naychalar, bir marotaba ishlatiladigan shpritslar, ruchkalar, idishlar, avtotransport shinalari, polimerlardan yasalgan o'yinchoqlar, asbob – uskunalar va hokazolarni kiritish mumkin. Jahon bo'yicha uy – ro'zg'or chiqindilarining miqdori qariyb 3 % ni, ba'zi bir mamlakatlarda esa bu raqam 10 % ni tashkil etmoqda. Axlaxonalarda yig'ilayotgan chiqindilarning 10 % ni qog'oz va karton, 3 % ni esa shisha chiqindilari tashkil etmoqda. Moskva shahrida yiliga 3 mln tonna qattiq chiqindilar to'planib, ularning 80 % ni uy – ro'zg'or chiqindilari tashkil etadi. Uy – ro'zg'or chiqindilari guruhiga qog'oz va kartondan tashqari, o'rash materiallari, xususan, oziq – ovqat mahsulotlarini o'rash va qadoqlashda ishlatilgan parda va sig'imlar kiradi. SHaharlardan chiqariladigan qattiq chiqindilarning asosiy qismini (qariyb 37 % ni) qog'oz va karton tashkil etadi.

Qattiq uy – ro'zg'or chiqindilarining 5 % ni sun'iy va sintetik materiallar (PE, PP, PVX, organik shisha va ulardan olingan pardalar, varaqalar, tolali materiallar, o'rash materiallari) tashkil etadi.

Hozirgi paytda inson faoliyati bilan bog'liq tabiiy atrof-muhitni ifloslantiruvchi chiqindilar aholining o'sish tezligiga nisbatan tezroq oshib bormoqda. Ularni zararsizlantirish yoki qayta ishlash muammolari dolzarbligicha

qolmoqda. Sanoat korxonalaridagi ishlab chiqarish chiqindilari va iste'molga yaroqsiz chiqindilarni zararsizlantirish eng katta muammo bo'lib qolmoqda. Buning asosiy sababi – texnika va texnologiyalarni takomillashti-rilmaganligi va ularni korxona yoki shahar hududidan chiqarishning serxarajatligidir. CHiqindilarni zararsizlantirishning yagona, ammo uncha samarali bo'lmagan usullaridan biri – ularni ko'mib tashlash usuli hisoblanadi. Bu usul nihoyatda eski va keng tarqalgan usullardan biri bo'lib, dunyo mamlakatlari aynan mana shu usuldan foydalanib kelmoqdalar. Umuman olganda, dunyo miqyosida chiqindilarning o'rtacha 74 % axlatxonalarda chiriydi. SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, polimer materiallarining aksariyat turlari (masalan, PE, PP, PVX, rezina mahsulotlari va b.) gidrofob materiallardir, ya'ni namlikni shimmaydigan va tuproq tarkibidagi mikroorganizmlar ta'sirida o'ta chidamli materiallar hisoblanadilar. SHuning uchun polimer chiqindilarini tuproqqa ko'mib tashlash usuli uncha samarali emas. Polimer chiqindilarini zararsizlantirishning ikkinchi usuli – ularni axlatlar bilan birga kuydirish hisoblanadi. Hozirgi paytda Fransiyada 35 % va Yaponiyada 40 % axlatlar kuydiriladi. SHuni alohida eslatib o'tish kerakki, axlatlarni kuydirish usulining 2 ta afzallik tomonlari bor: birinchidan, axlatlarni kuydirilganda, ularning hajmi 10 marotabagacha kichiklashadi; ikkinchidan, axlatlarni kuydirish paytida nihoyatda katta miqdorda issiqlik ajralib chiqadi va undan samarali foydalanish mumkin. Ammo bu usulning asosiy kamchiligi shundan iboratki, sintetik va sun'iy materiallarni kuydirish paytida, mutagenlar, kanserogen moddalar, dioksinlar va o'ta zaharli moddalar ajralib chiqadi. Mutaxassis olimlarning keltirilgan ma'lumotlariga qaraganda, (6 – 10) g dioksinlar insonni halokatga uchratish qobiliyatiga ega. O'tgan asrning 80 - yillarida AQSH da axlatlarni ko'mish va kuydirish yo'li bilan zararsizlantirish usullari sinab ko'rildi va sarflanadigan xarajatlar hisob – kitob qilindi. Ma'lum bo'lishicha, axlatlarni yondiruvchi zavodni qurish uchun alohida maydonni topish, axlatxona maydonini topishdan oson emas ekan. Bundan tashqari, axlatlarni yondirish tannarxi ularni ko'mishga sarflanadigan xarajatlardan kam emas ekan.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, polimer va, umuman, sun'iy va sintetik materiallarni kuydirish – tabiiy atrof – muhit musaffoligiga putur etkazish demakdir. Polimer chiqindilarini navlarga ajratish va ularga qayta ishlov berish yo'li bilan sifatli va ishga chidamli buyumlar olish mumkin. Masalan, polimer chindilaridan foydalanish yo'li bilan organik xom – ashyo, polimer materiali va energiyani tejash hisobiga katta iqtisodiy foyda ko'rish mumkin. Ko'pgina rivojlangan mamlakatlarda chiqindilar va axlatlar bilan shug'ullanish ularning iqtisodiyotini yangi tarmog'iga aylanib qoldi. CHunki xom – ashyo o'rniga ikkilamchi materiallar resurslaridan foydalanib, katta iqtisodiy daromadlarga ega

bo'lyaptilar. SHuning uchun hozirgi paytda chiqindilardan qayta foydalanish bozori nihoyatda kengayib, hatto xususiy transmilliy kompaniyalarni o'ziga jalb etmoqda. Faqatgina Olmoniyada yiliga 40 mlrd. AQSH dollari chiqindilar hisobiga daromad qilinadi. Mahsulotlarni o'rash va qadoqlash sanoatida tovar ayirboshlash yiliga 48 mlrd nemis markasini tashkil etadi. Bir marotaba ishlatiladigan polimer mahsulotlarining bozori kunsayin kengayib borishi ko'pchilikka ma'lum. Ma'lumotlarga qaraganda, 1 mln. tonna qog'oz chiqindilari (makulatura) ni qayta ishlash yo'li bilan 60 gektar darxtzorlarni kesishdan asrash mumkin. Polimer chiqindilari esa panjara va devor yasashda nihoyatda kerakli xom – ashyo bo'lishi mumkin. Hozirgi paytda YAponiyada faqatgina ikkilamchi materiallar resurslaridan foydalanib, 65 % davriy matbuot (gazeta va jurnallar) nashr qilinyapti. Xitoy 2004 yili AQSH dan 1 mlrd dollarga qattiq uy – ro'zg'or chiqindilar (polimer, qog'oz va b.) ni sotib olib, havo yo'llari orqali tashigani va bu bilan ularni qayta ishlash samarali ekanligini amalda isbotlab berdi. Hozirgi paytda Xitoy chiqindilardan mavsumiy poyafzallar ishlab chiqarish (xususan, ulardan quyma tagliklar ishlab chiqarish) bo'yicha dunyoda etakchi o'rinni egallab kelmoqda. Dunyoda yiliga qariyb $25 \cdot 10^9$ tonna chiqindilar hosil bo'ladi va 1mlrd tonna organik chiqindilar chiqarib tashlanadi. Dunyoda yiliga 6,0 – 6,5 mln tonna qo'llanish muhlatini o'tab bo'lgan rezina shinalari yig'iladi va ularning 20 % qayta ishlanadi. Respublikamizda yiliga 30 ming tonna polimer chiqindilari hosil bo'ladi. Toshkent shahrida yiliga qariyb 1 mln tonna qattiq uy – ro'zg'or chiqindilari hosil bo'ladi. Agar 20 ming tonna polimer chiqindilari qayta ishlansa, yiliga 10 mln AQSH dollari foyda ko'rish mumkin. Oxirgi yillarda dunyoda xom – ashyo o'rniga chiqindilardan foydalanish katta tezlik bilan o'sib bormoqda. Masalan, YAponiyada 96 % dan ko'proq ishlab chiqarish chiqindilari xom – ashyo o'rnida qayta qo'llaniladi. Ikkilamchi xom – ashyolarga qayta ishlov berish tajribalari Olmoniya, Polsha va Bulg'oriyada keng rivojlanib bormoqda. Ma'lumki, 2002 yil 5 aprelda O'zbekiston Respublikasining "CHiqindilar to'g'risida" gi Qonuni qabul qilindi. Metall, po'lat, sopol va boshqa materiallardan ishlab chiqarilgan turli diametrli quvurlarning suv, namlik, benzin, kerosin, ishqor, tuz, kislotalar va boshqa kimyoviy faol suyuqliklar ta'sirida emirilishi (korroziyaga uchrashishi) ko'pchilikka ma'lum. Mustaqil respublikamiz miqyosida o'z echimini kutayotgan dolzarb ekologik muammolardan biri – quvur, sig'im va idishlarni korroziyadan himoyalash muammosi hisoblanadi. Ushbu muammoning eng samarali echish yo'li – metall, po'lat va ularning qotishmalaridan yasalgan turli buyumlar sirtini tajovuzkor suyuqliklar ta'siriga chidamli bo'lgan polimer pardalari bilan qoplashdir. Buning uchun PE, PP, PVX, fotoroplast va boshqa polimer turlaridan foydalanish mumkin. Ulardan istalgan metall sirtlarini qoplama qilish uchun foydalanish mumkin. CHunki ular barcha suyuqliklar muhitida nihoyatda chidamli

bo‘lib, boshqa polimer materiallarga nisbatan fizik – kimyoviy chidamliliklari bilan ajralib turadilar. Respublikamiz miqyosida o‘z echimini kutayotgan dolzarb ekologik muammolardan yana biri – chiqindilar va ularni qayta ishlash muammosidir. Hozirgi paytda YAngiyo‘ldagi “Mehnat” korxonasi axlatlar va chiqindilarni navlarga ajratib, ularni qayta ishlashga kirishdi. Korxona polimer chiqindilaridan tugma, qutti va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarmoqda. Ammo respublikamizda yagona uy – ro‘zg‘or chiqindilariga ishlov berish zavodi loyihadagi kamchiliklari tuzatilmaganligi tufayli to‘la quvvat bilan ishlamayapti. Angrendagi “O‘zkartontara” HJ da qog‘oz chiqindilari (makulatura), bug‘doy paxoli, sholi paxoli, g‘o‘za poyasi qayta ishlanib, ulardan karton, qog‘oz, plitalar ishlab chiqariladi. Hozirgi paytda faqatgina Olmaliq kimyo zavodida 60 mln tonnadan ko‘proq chiqindilar, shu jumlanadan, polimer chiqindilari yig‘ilib qolgan. Ulardan qayta ishlashga atigi (1 – 5) % sarflanadi, xolos. Bundan taxminan 8-10 yil oldin, respublikamiz qishloq xo‘jaligida chigitni parda ostida ekish texnologiyasi joriy etilib, qalinligi (50 – 100) mkm va eni 60Cm ni tashkil etilgan zichligi past PE pardalaridan qo‘llanilgan edi. Ushbu texnologiyani amalda joriy etishdan ko‘zlangan maqsad- polimer pardasi chigitni yog‘ingarchiliklardan muhofaza etilishi, parda ostida kerakli namlik va haroratni saqlanishi va Quyosh nurlarini o‘tqazilishidan iborat edi. Pardadan foydalanish muddati 2-3 haftani (paxta niholchalari erdan unib chiqqunga qadar) tashkil qilishi kerak edi. Bir gektar erga chigitni parda ostida ekish uchun (60 – 63) kg PE pardasi sarflangan. Jahon bozorida esa 1 kg PE ning narxi, uning turi va ishlab chiqarish texnologiyasiga qarab, 1 – 3 AQSH dollarini tashkil etardi. CHigitni ekishda qo‘llanilgan PE pardalari qariyb yil davomida tuproq bilan aralashib yotgan va erni shudgorlash paytida erga ko‘milgan. Natijada tuproq tarkibi yomonlashib, g‘o‘za nihollarining o‘sishi pasayib, paxta hosildorligi esa ko‘zlangan samarani bermaganligi ko‘pchilikka ma‘lum bo‘lib qoldi. Bunday munosabatning asosiy sababi- polimer materiallari to‘g‘risida kerakli ma‘lumotlarga ega bo‘lmaganliklaridir. Hol buki, PE namlikni o‘ziga shimib olmaydigan gidrofob materiallar guruhigi mansub bo‘lib, u tuproq tarkibidagi mikroorganizmlar ta’sirida parchalanmaydigan, suv, namlik va mineral o‘g‘itlar ta’sirida zanglamaydigan va emirilmaydigan materialdir. Agar har bir dehqon – fermer xo‘jaligi kamiga 5 gektar erga chigitni parda ostida ekan bo‘lsa, 300-315 kg PE pardasidan qo‘llanilgan va faqatgina parda sotib olish uchun salkam 300 AQSH dollari sarflangan. Demak, mana shuncha mablag‘ tuproq bilan ko‘milib tashlangan. Buning asosiy sababi - “polimer pardasi yupqa, engil, elastik, Quyosh nurlari va tuproqdagi namlik ta’sirida emiriladi va keyinchalik u tuproq tarkibini yaxshilashga yordam beradi!”, degan noto‘g‘ri “maslahatlar”dir. Agar qishloq xo‘jalik mahsulotlari etishtirish ishlari bilan shug‘ullanib kelayotgan xususiy tadbirkorlar faoliyatiga e’tibor

bersak, ular issiqxonalarda ishlatilgan polimer pardalarini erga ko‘madilar. Bundan ko‘zlangan asosiy maqsad - polimer pardasiga harorat, kislorod va Quyosh nurlari ta’sirini cheklashdan va kelgusida undan yanada samaraliroq foydalanishdan iborat. SHuni ham alohida ta’kidlash kerakki, polietilen pardalaridan foydalanish davomiyligi 1-2 yildan oshmaydi. CHunki ular harorat, Quyosh nurlari (UB-nurlari) va kislorod ta’sirida chidamsiz bo‘lib, elastikligini yo‘qotadi, mo‘rtlashib qoladi, nisbatan kichik yuklama ta’sirida parchalanib ketadi. Bunday chiqindilarga ishga yaroqsiz material sifatida qarash kalitabinlikning yorqin namunasidir. Bundan tashqari, mashina – traktor parklarida ishlatish muhlatini o‘tab bo‘lgan rezina shinalari mavjudki, ularni dastlabki xossalarini tiklash (ya’ni, regeneratsiya qilish) ancha qiyinchiliklar tug‘dirmoqda. Respublikamiz shaharlarida o‘z echimini kutayotgan dolzarb ekologik muammolardan yana biri – chiqindilarni shahar hududidan chiqarish va ularni zararsizlantirish muammosidir. Hozirgi paytda bir marta ishlatiladigan polimer mahsulotlari (shpitslar, naychalar, o‘rash pardalari, issiqxonalarda va chigitni ekishda qo‘llaniladigan pardalar, ichimlik va yog‘ – moy idishlari (baklashkalar va bidonlar), shampun, lok – bo‘yoq idishlari, avtoshinalar, turli rangli va rangsiz stol – stullar, chelak, tog‘oralar, oziq – ovqat mahsulotlarini qadoqlashga ishlatiladigan pardalar va idishlar, ruchkalar va b.) katta hajmlarda yig‘ilib qolganligi ko‘pchilikka ma’lum. Xususan, ariqlarda, yo‘l atrofida va axlatxonalarda yig‘ilib qolgan bunday foydalanish muhlatini o‘tab bo‘lgan organik buyumlarga “chiqindi” sifatida qarash, ularni erga ko‘mish yoki yondirib yuborish tabiiy atrof – muhitni ifloslantirish demakdir. SHuni alohida ta’kidlash kerakki, hajmi 1 l va 1,5 l ni tashkil etadigan baklashkalarining massasi mos ravishda 13 g va 18 g ni tashkil etadi. Demak, ming dona bir litrlik va ming dona 1,5 litrlik baklashkalarining massasi mos ravishda 13 kg va 18 kg ga teng bo‘ladi. Ammo ularni kommunal – maishiy axlatlar bilan birga shahar hududidan chiqarib tashlash uchun 2 ta axlat tashuvchi mashina yoki tirkama kerak bo‘ladi, ya’ni katta xarajatlarni sarflashga to‘g‘ri keladi. Agar shuncha baklashkani kukun shakliga keltirsak, ularni uchta chelakka joylashtirish mumkin. Demak, shahardan chiqariladigan axlatlar hajmini kamiga (27 – 30) % ga kamaytirgan bo‘lamiz. YUqorida alohida qayd qilib o‘tilgan dolzarb muammolarni yagona echish yo‘li – foydalanish muhlatini o‘tab bo‘lgan polimer buyumlarini aholidan va dehqon – fermer xo‘jaliklaridan qabul qilish yoki sotib olish shaxobchalarini ochishdir. Yig‘ib olingan polimer chiqindilariga qayta ishlov berish (ularni navlarga ajratish, yanchib kukunga aylantirish, presslash, ekstruziyalash va bosim ostida quyish) yo‘li bilan ishga chidamli mahsulotlar (qutti, quvur, parda va varaqalar) ishlab chiqarish mumkin. Masalan, ichimlik idishlari va pardalarni yanchib, rezina kukunlari bilan aralashtirib, olingan qorishmadan poyafzal tagligi yoki turli qalinlikka ega bo‘lgan

qora pardalar olish mumkin. Polimer chiqindilarini kukun shakliga keltirish va tarkibiga ishlab chiqarish chiqindilarni (masalan, tolalarni, shisha va tosh kukunlarini, yog'och, marmar, granit kukunlarini, bo'r va b.) kirgizib, olingan kompozitsiyani yaxshilab aralashtirib, ekstruziyalash yo'li bilan turli diametrli quvurlar, shlanglar, qutti va boshqa ishga chidamli mahsulotlar olish mumkin. CHiqindilar asosida olingan bunday mahsulotlarning narxi ham arzon bo'ladi, qo'llash muddati ham **2 – 3 baravar cho'ziladi** va, eng muhimi, tabiiy atrof – muhit ifloslanishini oldi olinadi. Ma'lumki, turli kimyoviy tarkib va tizimlarga ega bo'lgan rangli yoki rangsiz polimer chiqindilarini tashqi ko'rinishlari yoki rangidan qaysi polimerga mansub ekanligini aniqlash nihoyatda qiyin. Aslida, ishlab chiqarish chiqindilari, ishga yaroqsiz chiqindilar va qattiq uy – ro'zg'or chiqindilari tarkibidan polimer chiqindilarini ajratib olish va ularni navlarga ajratish uchun bir qator fizik – kimyoviy usullardan (masalan, infraqizil spektroskopiya, rengenostuktur tahlil, elektron mikroskopiya va boshqa usullardan) keng qo'llaniladi. Ushbu usullar yordamida polimer buyumlarining kimyoviy tarkibi, tuzilishi va tizimi haqida aniq ma'lumotlar olish mumkin. Ammo tajribalarni o'tkazish ko'p vaqtni talab qiladi.

Muhandislik amaliyotida polimer chiqindilarini tez va aniq tanib olishda, asosan, quyidagi 2 ta usullardan keng qo'llaniladi.

1. Polimerni olovda yondirish usulidan.
2. Uni eritgich suyuqliklarda eritish usulidan.

Avvalombor, shuni eslatib o'tish kerakki, termoreaktiv yoki reaktoplastlar guruhiga quyidagi polimer turlari kiradi.

1. Fenoplastlar, ya'ni fenolaldegid va fenolformaldegid qatronlari.
2. Aminoplastlar, karbamid plastiklar, ya'ni mochevin formaldegid va melamin formaldegid qatronlari asosida olingan plastiklar.
3. Epoksiplastlar, ya'ni epoksid qatronlari asosida olingan plastiklar.
4. Poliefirlar.

1. Fenoplastlar alanga ta'sirida erimaydi, nihoyatda qiyin yonadi, yonish paytida fenol va formaldegid ajralib chiqadi. Ularning hidini bemalol sezish mumkin. Fenoplastlar atseton, etil spirti, siklogeksanon, to'rt xlorli uglerod CCl_4 , xloroform va piridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

2. Aminoplastlar alanga ta'sirida juda qiyin yonadi, chekkalari ko'mirga o'xshagan qorayib, oq dog'lar paydo qiladi, yonish paytida esa formaldegid va ammiak hidi kelib turadi.

3. Epoksiplastlar yorug'lik chiqarib, alangalanib yonadi va yonish paytida fenol hidi kelib turadi. Ammo alangani uzoqlashtirganda, o'chib qoladi. Epoksiplastlar benzol, metilenxlorid, etil efiri, atseton, etilatsetat, etil spirti, siklogeksanon, CCl_4 , xloroform, dioksan, sulfat kislotasi, tetragidrofuran, pridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

4. Poliefirlar yorug'lik chiqarib, alangalanib yonadi, hidi shirinroq bo'ladi. Ular benzol, atseton, etilatsetat, etil spirti, siklogeksanon, xloroform, dioksan, tetragidrofuran, pridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi. Termoplastlar guruhiga asosan quyidagi polimerlar kiradi: PE, PP, PS, PMMA, PVB, PVX, PU, PK, PF, ftoroplastlar, sellyulozadan olinadigan bir qator polimerlar. 1. Polietilen. PE ko'k nur sohib, ochiq alangalanib yonadi. U erish paytida oqib turadi. PE yonuvchan polimer bo'lib, undan parafin (sham) hidi kelib turadi. PE oddiy xona haroratida suyuqliklarda erimaydi, ammo 80°C da benzol, SSl_4 , xloroform, piridin, ksilol dekalin va tetralin kabi suyuq eritgichlarda eriydi. 2. Polipropilen. PP nur sohib yaxshi yonadi va uning negizida ko'k alanga bo'ladi. U erish paytida oqib turadi. Undan kuydirilgan rezina yoki yonayotgan surg'uch hidi kelib turadi. U oddiy xona haroratida erituvchilar muhitida erimaydi, ammo 80°C da benzol, SSl_4 , xloroform, dixloretan kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

3. Polistirol. PS ochiq alangalanib yonadi, kuchli tutun chiqaradi. Hidi shirin bo'lib, undan gullangan giatsintlar hidi kelib turadi. PS benzol, benzin, metilenxlorid, SSl_4 , xloroform, dixloretan, dioksan, piridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

4. Poliakrilatlar. Alangasi ko'k nur sochuvchan bo'lib, ulardan meva hidi kelib turadi. Ular benzol, metilenxlorid, atseton, etilatsetat, siklogeksanon kabi suyuq eritgichlarda eriydi. Organik shisha (PMMA) ning alangasi nur sohib turadi, engil tutaydi, hidi o'tkir. U benzol, metilenxlorid, atseton, etilatsetat, etil spirti, siklogeksanon, dioksan, uksus kislotasi kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

5. Polivinilbutiral. PVB ning alangasi ko'k, chekkalari sariq bo'ladi. U tutaydi va undan moyli kislota hidi kelib turadi. PVB benzol, metilenxlorid, etilatsetat, etil spirti, piridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

6. Polivinilxlorid. PVX ning alangasi ochiq yashil bo‘lib, alangadan uzoqlashtirganda o‘chib qoladi. Xlor va xlorid kislotasi hidi kelib turadi. PVX siklogeksanon, SSl_4 , xloroform, piridin, dixlorethan kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

7. Poliamidlar. Alangasi ko‘k, chekkalari sariq bo‘lib, yonganda oqib turadi. PA lardan kuydirilgan suyak hidi kelib turadi. Ular 80 % li fenol, chumoli kislotasi, xlorid kislotasi, sulfat kislotasi ta’sirida eriydi.

8. Poliuretanlar. PU lar yaxshi yonadi, alangasi ko‘k, chekkalari sariq bo‘ladi. YOnish jarayonida izotsionat va mindal – sinil kislotaning hidi kelib turadi. PU lar 80 % li fenol, chumoli kislotasi, xlorid kislotasi, sulfat kislotasida eriydi.

9. Polikarbonat. PK nihoyatda qiyin yonadi, is chiqaradi, alangadan uzoqlashtirganda, o‘chib qoladi. YOnish joyida material mo‘rtlashib, is ko‘tariladi va gul hidi kelib turadi. PK metilensexlorid, dioksan, tetragidrofuran, dixlorethan kabi suyuq eritgichlarda yaxshi eriydi.

10. Poliformaldegid. PF quruq spirt kabi yorilib, sachrab yonadi, alangasi ko‘k bo‘lib, o‘tkir formaldegid hidi kelib turadi. Oddiy xona haroratida erimaydi, ammo 100 °C da fenollarda eriydi.

11. Ftoroplast. Ftoroplast – 3 qiyin yonadi, alangadan uzoqlashtirganda, o‘chib qoladi. YOnish joyida u elastik bo‘lib, dog‘lar hosil qiladi va undan kuydirilgan asbest hidi kelib turadi. U oddiy xona haroratida erimaydi, ammo yuqori haroratlarda toluol, SSl_4 kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

Ftoroplast–4 esa yonmaydi, 320 °C da suyuqlanadi. U suyuq eritgichlarda erimaydi.

12. Nitrotsellyuloza etroli. U bir lahzada alanga oladi. Azot oksidlari va kamfora hidi kelib turadi. U atseton, etilatsetat, siklogeksanon, dioksan, uksus kislotasi, piridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

13. Etilsellyuloza etroli. U yonadi, alangasi sariq ko‘k rangli bo‘lib, undan kuydirilgan qog‘oz hidi kelib turadi. U benzol, atseton metilensexlorid, etilatsetat, etil spirti, siklogeksanon, dioksan, uksus kislotasi, piridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

14. Atsetobutirat selluloza etroli. U nur sochib yonadi, alangasi sariq bo‘ladi. Undan moyli kislota va kuydirilgan qog‘oz hidi kelib turadi. U atseton, etilatsetat, dioksan, uksus kislotasi, piridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi.

15. Atsetilsellyuloza etroli. U qiyin yonadi, alangasi sariq bo'lib, chekkalari ko'k bo'ladi, uchqun chiqaradi. Undan uksus kislotasi va kuydirilgan qog'oz hidi kelib turadi. U atseton, xloroform, dioksan, xlorid kislotasi, piridin kabi suyuq eritgichlarda eriydi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, qattiq polimerlar, shu jumladan, suyuq eritgichsiz qatronlar (masalan, epoksid qatroni) o'z – o'zidan yonmaydi, ular faqatgina yuqori haroratlarda yonishi mumkin. Reaktoplastlar (masalan, poliefir va epoksid qatronlari), ftoroplast va PVX o'tda yonadi, ammo alangani uzoqlashtirganda, o'chib qoladi. PE, PP, organik shisha, PF, PS, PU va ularning sopolimerlari yonuvchan materiallar hisoblanadi. Selluloid va nitrotsellyuloza etroli nihoyatda tez yonadi. Bu polimerlardan 50 kg dan ziyodroq miqdori yondirilganda, portlash yuz berishi mumkin. Bundan tashqari, g'ovak PU yonganda, sinil kislotasi va poluilendiizotsionatlarning zaharli bug'lari hosil bo'ladi va ularning havodagi miqdori RECHK laridan o'nlab va hatto yuzlab marotaba oshib ketishi mumkin. Bir kg g'ovak PU yonganda, soatiga (0,324 – 4,075) g poluilendiizotsionat va (0,538 – 4,320) g sinil kislotaning bug'lari hosil bo'lishi mumkin.

Polimer yonganda, changining ma'lum konsentratsiyalari portlashni vujudga keltirishi mumkin. Polimer changlarining portlashni vujudga keltiradigan konsentratsiyalari va alangalanish haroratlari quyidagi jadvalda keltirilgan.

Polimer changlarining portlashni vujudga keltiradigan konsentratsiyalari va alangalanish haroratlari.

T/R	Polimer turlari	Alangalanish harorati, °S	CHangning xavfli portlash konsentratsiyasi, g/sm ³ (quyi chegara)
1	Karbolit	100 dan yuqori	22 – 124
2	Aminoplast	799	27,7
3	Organik shisha	579	12,6
4	Polietilen	400	12,6
5	Polipropilen	890	12,6
6	Polistirol	750	30
7	Polivinilxlorid	500	100

8	Poliformaldegid	530	20
9	Polivinilbutiral	725	22,7

Termoplastlarning harorati ularning parchalanish haroratlariga tenglashganda (o't olish haroratidan (150 – 200) °C ga pastroq haroratlarda), yong'inga xavfli portlanuvchi bug'lar ajralib chiqadi. Masalan, PS parchalaganda, stirol bug'lari ajralib chiqadi. Stirolning havo tarkibida RECHK si 5 MG/M^3 tashkil etadi. Demak, ish joylarida ajralib chiqadigan stirol bug'larining miqdori RECHK sidan oshib ketmasligi kerak. Polimerlarni qayta ishlash jarayonida, xususan, ularni tanib olishda, uchuvchan organik eritgichlardan qo'llaniladi. Suyuq organik eritgichlarning portlash va yong'inga xavflilik xossalari jadvalda keltirilgan.

Suyuq organik eritgichlarning portlash va yong'inga xavflilik xossalari

T _R	Eritgichlar	CHaqnash harorati, °C	O'z – o'zidan alangalanish harorati, °C	Havoda bug'larining portlashga xavfli konsentratsiyalari,%	
				Quyi chegara	YUqori chegara
1	Benzol	–16	580	1,5	9,5
2	Toluol	5	553	1,3	7,0
3	Ksilol	20	500	3,0	7,0
4	Benzin	–25	230 – 260	1,2	7,0
5	Atseton	–20	500	2,0	13,0
6	Etilatsetat	–5	484	2,2	11,4
7	Dixloretan	12	404	6,2	15,9
8	Piridin	20	573	1,8	12,4
9	Etil spirti	12	404	3,3	19,0
10	To'rt xlorli uglerod	Alangalanmaydi			
11	Uch xlorli etilen	Alangalanmaydi			

Ushbu jadvaldagi natijalardan ma'lumki, eritgichlarning chaqnash haroratlari ularning o'z – o'zidan alangalanish haroratlariga nisbatan nihoyatda past bo'lib, ular yuqori haroratlar ta'sirida o'z – o'zidan alangalanishi mumkin. SHuning uchun ularni yopiq idishlarda olovdan va elektr uchqunlaridan uzoqroq joylarda saqlash maqsadga muvofiqdir. Polimer buyumlarining engilligi, tiniqligi, yuqori elastikligi, tannarxining arzonligi, tashqi muhit omillari ta'siriga chidamliligi, zaharsiz ekanligi, turli fizik – mexanik, fizik – kimyoviy va texnologik xossalarga ega ekanligi, ishlab chiqarilishining kamxarajatligi va turli usullarda oson modifikatsiya qilish mumkinligi tufayli, ular xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida, shu jumladan, oziq – ovqat sanoatida ham o'z iste'molchilarini topa oldi. Oziq – ovqat mahsulotlari sifati, organoleptik ko'rsatgichlari (ta'mi, hidi, mazzasi, rangi), tashqi estetik ko'rinishi, saqlanish muddati, ishlab chiqarilgan vaqti, mahsulotning turi, kimyoviy tarkibi, navi, massasi va iste'mol qilish tartibi, to'g'risida kerakli ma'lumotlarni iste'molchilarga etkazish uchun ularni sifatli va ishga chidamli himoyalovchi materiallardan foydalanib qadoqlash yoki o'rash katta amaliy ahamiyatga ega. Qadoqlash yoki o'rashdan asosiy maqsad – mahsulotni ishlab chiqarishdan iste'mol qilishgacha bo'lgan davrda miqdorini, tarkibi va sifatini, organoleptik ko'rsatgichlarini o'zgarib ketishidan himoyalashdan iborat. Boshqacha aytganda, mahsulotni fizik – mexanik, biologik, kimyoviy va iqlimiy (ob - havo) ta'sirlardan himoyalashdan iborat. Qadoqlash yoki o'rash uchun qo'llaniladigan materialning tashqi estetik ko'rinishi, mustahkamligi va arzonligi nafaqat qadoqlangan yoki o'ralgan mahsulot uchun, balki ishlab chiqaruvchi va iste'molchi uchun reklama vositasi bo'lib xizmat qilishi mumkin. Ba'zi holatlarda qadoqlash chiroyli, xushbichim, sifatli va takrorlanmas ko'rinishda bo'lishi talab qilinsa, boshqa holatlarda uning oddiy bo'lishi talab qilinadi. Masalan, un mahsulotlarni chiroyli bezak berilgan idishlarga qadoqlashning hojati bo'lmagan holda, qandolat mahsulotlarini un solinadigan dag'al qoplarga qadoqlash hech bir talabga javob beraolmasligi mumkin.

Oziq – ovqat mahsulotlarining yaxshi saqlanishi va ularni bir joydan ikkinchi joyga uzatilishi ko'pincha qadoqlash uchun tanlab olingan materialning kimyoviy tarkibiga, tuzilishi, tizimi va ekspluatatsion xossalari bog'liq bo'ladi. SHuning uchun har bir oziq – ovqat mahsulotining turi, kimyoviy tarkibi, navi va massasiga qarab, qadoqlash yoki o'rash materiali tanlanadi. Uni tanlab olish uchun esa, o'sha materialga oid ishlab chiqilgan davlat standartlari, tarmoq standartlari, texnik shartlar va ma'lumot beruvchi manba (spravochnik) lardan foydalaniladi. Muayyan polimer turidan oziq – ovqat mahsulotlarini uchun qadoqlash materiali sifatida ishlatishdan oldin, O'zR Sog'liqni Saqlash Vazirligining ruxsatnomasi bo'lishi kerak. Demak, har qanday polimer turidan foydalanib, oziq-ovqat mahsulotlarini

o‘rash yoki qadoqlashga yo‘l qo‘yilmaydi. Oziq – ovqat mahsulotlarini qadoqlash yoki o‘rashga ishlatiladigan qog‘oz, karton, alyuminiy folgasi va ruxlangan po‘latlardan tashqari, turli polimer buyumlaridan keng qo‘llaniladi.

Qadoqlash yoki o‘rash materialiga qo‘yiladigan asosiy talablar quyidagilardan iborat.

1. Qadoqlash yoki o‘rash materiali ma’lum kimyoviy tarkibga, tuzilish va tizimga, fizik – mexanik, fizik – kimyoviy va texnologik xossalarga ega bo‘lishi kerak.

2. Oziq – ovqat mahsulotlarini qadoqlash yoki o‘rashda ishlatiladigan polimer buyumlari tarkibida mahsulotga siljib o‘tishi mumkin bo‘lgan chang zarrachalari, zararli gazlar, hid tarqatuvchi va uchuvchan moddalar bo‘lmasligi kerak.

3. Mahsulot bilan bevosita tutashgan pardali materiallar zararsiz bo‘lmog‘i darkor, ya’ni ularning tarkibiga mahsulotning hidiga, ta’mi, mazzasi va rangiga salbiy ta’sir ko‘rsatuvchi va uning eskirishini tezlashtiruvchi moddalar bo‘lmasligi kerak.

4. Qadoqlash yoki o‘rash materiali rasmlar va yozuvlarni qabul qilish qobiliyatiga ega bo‘lishlari kerak. Qadoqlash materiallariga rasmlar va yozuvlarni muhrlash usuli materialning mustahkamligiga, bo‘yoqlarning mahsulot tarkibiga va iste’molchilarning qo‘llariga o‘tmasligiga kafolat berishi darkor.

SHuni alohida ta’kidlash kerakki, qadoqlash yoki o‘rash materiallariga qo‘yiladigan talablar asosiy mahsulotning turi, navi, kimyoviy tarkibi, unga ishlov berish sharoiti, uni saqlash va bir joydan ikkinchi joyga uzatishga bog‘liqdir. Masalan, o‘rash materialining zich bo‘lishi (germetiklanganligi) ni va zarbaga chidamliligini ta’minlash uchun yuqori mexanik mustahkamlikka va elastikka ega bo‘lgan materiallardan qo‘llaniladi. Gigroskopik mahsulot-larni qadoqlashda esa, namlikni singdirmaydigan materiallardan, vakuum yoki inert gaz muhitida qadoqlash uchun – gazlarni singdirmaydigan material-lardan qo‘llaniladi. Biologik faol mahsulotlarni qadoqlashda tanlab yoki saralab singdiruvchan materiallardan qo‘llaniladi. Ba’zi bir materiallar hidli moddalar va moylarni singdirmaydigan, sovuqqa va eskirishga chidamli bo‘lishlari talab qilinadi. Bu nafaqat qadoqlovchi materialni, balki mahsulotni turli holatlarda saqlanuvchanligini ta’minlaydi.

Ba’zi bir holatlarda mahsulotni qadoqlangandan keyin, qadoqlovchi material o‘z shaklini saqlanashi uchun, u payvandlanishi va kerakli bikrlikka ega bo‘lishi talab etiladi. Ko‘pgina pardali materiallar turli ko‘rinishga ega bo‘lgan

mahsulotlarni zich o‘rab olishlari uchun kirishish qobiliyatiga ega bo‘lishlari talab etiladi. Bundan tashqari, ular yozuv va rasmlarni yaxshi qabul qilishlari va qadoqlangan mahsulotni ko‘rinishi uchun shaffof (tiniq) bo‘lishlari talab etiladi. Qalinligi 0,2 mm gacha bo‘lgan pardali materiallardan yumshoq qadoqlovchi materiallar (asosan xalta va xaltachalar), qalinligi 1 mm dan yuqori bo‘lgan varaqasimon materiallardan esa, qattiq, shaklini saqlay oladigan qadoqlovchi va joylovchi idishlar tayyorlanadi. Hozirgi paytda oziq – ovqat mahsulotlarini qadoqlashda ishlatiladigan polimerlar, xususan, pardali materiallarning juda ko‘p turlari mavjud. Ular ma’lumot beruvchi manbalarda va, xususan ularga doir davlat standartlarida batafsil ma’lumotlar beriladi. Ular orasida sellofan (gidratselyuloza), ZPPE, ZYUPE, PP, PVX, va uning sopolimerlari, poliamidlar, qog‘oz, karton, PS, PETF, PK, PU, PVS, PE va poliizobutilen qorishmalaridan tayyorlangan pastalar, tabiiy kauchuk, saran pardalari (vinilidenxlorid va vinilxlorid sopolimeri) va boshqalar alohida o‘rin tutadi. Ulardan nafaqat qutti va quvurlar, savat va chelaklar, banka va likobchalar, stakan va boshqa qattiq buyumlar, balki elimlovchi pardali materiallar va kombinirlangan 2 – 4 qatlamli pardalar ishlab chiqariladi. Ushbu materiallarsiz oziq–ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish jarayonlarini tasavvur qilish qiyin. Polietilen (PE) gidrofob (namlikni o‘ziga shimib olmaydigan), oddiy xona haroratida qattiq, zaharsiz, issiqlik ta’sirida oson payvandlanuvchi material bo‘lib, suv, namlik, bug‘, kislota, tuz va ishqoriy muhitlarda yuqori chidamliligi bilan boshqa termoplastlardan tubdan farq qiladi. Ishlab chiqarish texnologiyasiga ko‘ra, PE 2 xil bo‘lishi mumkin: zichligi past (ZPPE) va zichligi yuqori (ZYUPE) polietilenlar. ZYUPE ning barcha fizik – mexanik xossalari va issiqqa chidamliligi ZPPE ga nisbatan yuqoriroq bo‘ladi. ZPPE suv va bug‘larni singdiruvchan emas, ammo yog‘ va gazlar uchun singdiruvchan materialdir. PE ning kislorod va uglerod qo‘sh oksidi (SO_2) ni singdiruvchanligi tufayli, saqlash vaqtida gaz almashinishni talab qiladigan mahsulotlar uchun undan qadoqlovchi material sifatida ishlatish mumkin. ZPPE yog‘li mahsulotlarda bo‘kadi, ayniqsa, yuqori haroratlarda uning quyimolekulyar fraksiyalari yog‘ – moy ta’sirida ekstraksiyalanadi. SHuning uchun tarkibida yog‘ saqlagan mahsulotlarni PE bilan qadoqlashga tavsiya etilmaydi. ZPPE ning yana bir kamchiligi – uning yuqori ($90\text{ }^{\circ}C$) haroratlarda chidamliligining pastligidir. Bu esa undan oziq – ovqat mahsulotlarini sterilizatsiyalashda foydalanishni cheklab qo‘yadi. ZYUPE esa ushbu kamchiliklardan xoli bo‘lib, yog‘ – moy va boshqa birikmalar ta’sirida, hamda yuqori haroratlarda chidamli materialdir. SHuning uchun unga oziq – ovqat mahsulotlarni joylab, bevosita qadoqlangan holda qizdirish mumkin. PE ga dastlabki ishlov berish yo‘li bilan yozuv va rasmlarni bosish mumkin. PE dan qattiq savat, chelak, likobcha, banka, konistr, orientirlangan va orientirlanmagan PE pardalardan turli xalta va xaltachalar ishlab

chiqariladi. Polipropilen (PP) ham PE ga o'xshagan gidrofob material bo'lib, xona haroratida qattiq, zaharsiz, issiqlik ta'sirida payvandlanish xususiyati, bug' va gaz singdiruvchanligi sovuqqa chidamliligi PE ga qaraganda pastroq, yuqori haroratlarda esa uning xossalari yomonlashadi. PP ning suv, namlik, bug' va kislota hamda ishqoriy muhitlarda chidamliligi PE ning xossalari bilan bir xil. PP ga dastlabki ishlov berish yo'li bilan yozuv va rasmlarni bosish mumkin. PP dan qutti, quvur, savat, chelak, likobcha, banka, konistr, orientirlangan va orientirlanmagan pardalaridan turli xalta va xaltachalar, arqonlar va boshqa masulotlar ishlab chiqarildi. PE va PP pardalarini o'zaro yoki alyuminiy folgasiga biriktirish mumkin. Bu esa PE va PP dan oziq – ovqat sanoatida yanada kengroq foydalanish imkonini beradi. Polivinilxlorid (PVX) shishasimon amorf material bo'lib, uning pardasi shaffof, sirlari yaltiroq va silliq, yozuv va rasmlarni yaxshi qabul qiladi va issiqlik ta'sirida oson payvandlanadi. U kimyoviy muhitlarda chidamli bo'lib, gaz, bug' va xushbo'y hidlarni singdiruvchan materialdir. Uning turli yog' va moylarga chidamliligi undan turli xil mahsulotlarni qadoqlashda foydalanish imkonini beradi. Buning uchun ko'pincha ichki va tashqi sirlari loklangan PVX dan qo'llaniladi. Ammo oziq – ovqat mahsulotlarini qadoqlash uchun pardaning tashqi tomoni lok bilan qoplanishiga ruxsat etiladi. Qalinligi (0,3 – 0,8) mm ni tashkil etgan PVX pardalaridan turli qadoqlash qoliplari (stakanlar, bankalar) tayyorlanadi. Qalinligi (0,015 – 0,040) mm ni tashkil etgan yupqa pardalaridan payvandlangan xaltacha va qopchalar tayyorlanadi. YUqori haroratlarga chidamli bo'lgan yupqa pardalarda mahsulotlarni sterillab qadoqlash mumkin. PVX ning sopolimerlaridan biri – polivinilidenxlorid hisoblanadi. U yuqori mexanik mustahkamlikka ega bo'lib, suv va gaz singdiruvchanligi past. Undan ko'pincha qoplovchi material sifatida qo'llaniladi. Vinilidenxlorid va vinilxlorid sopolimerlari saran nomi bilan yuritiladi. Saran pardalari kombinirlangan ko'p qatlamli pardalar olishda keng qo'llaniladi. Poliamidlar (PA – 6, PA – 12, PA – 610, PA - 66) gidrofil (namlikni o'ziga shimib oladigan) material bo'lib, ularning asosiy zanjirida amid guruhlari (-SO–NH-) mavjud. Ular yog' – moy va ishqoriy muhitlarda chidamli bo'lib, suv va bug'larni singdiruvchan materiallardir. Ular gaz va, ayniqsa, kislorod ta'sirida chidamli. Oziq – ovqat mahsulotlarini qadoqlash uchun mo'ljallangan pardalar olish uchun plastifikatsiyalangan va to'ldirilgan poliamidlardan (asosan PA – 6, va PA – 12 turlaridan) keng qo'llaniladi. Ulardan ko'p qatlamli kombinirlangan pardalar olishda namlik va bug'larni singdirmaydigan materiallar bilan birgalikda qadoqlashda keng qo'llaniladi. Odatda, gidratsellyuloza pardasi sellofan nomi bilan yuritiladi. Sellofan shishasimon amorf material bo'lib, oddiy xona haroratida qattiq va zaharsiz, shaffof, sirlari silliq va yaltiroq gidrofil (namlikni o'ziga shimib oladigan) materialdir. U organik eritgichlar, Quyosh nurlari, yog' va moylar

ta'sirida chidamli material bo'lib, aromatik moddalar va gazlarni singdirmaydi, ammo suvda bo'kadi. U yozuvlar va rasmlarni yaxshi qabul qiladi, dekstrin va jelatina bilan oson elimlanadi. Sellofanning asosiy kamchiligi – issiqlik ta'sirida payvandmasligi, mo'rtligi, namlik va bug'larni yuqori darajada singdiruvchanligidir. Uning mo'rtligini pasaytirish uchun glitserin bilan ishlov beriladi, ya'ni plstifikatsiyalanadi. Ammo sellofanni haddan tashqari plastifikatsiyalash unga yozuv va rasmlarni bosish jarayonlarini qiyinlashtiradi. Oddiy sellofan pardasiga o'ralgan namligi yuqori bo'lgan oziq – ovqat mahsulotlarni saqlash davomida mahsulot o'z namligini yo'qotishi mumkin, chunki parda uni shimib oladi yoki, aksincha, yuqori namlik muhitida saqlanadigan quruq mahsulotlar esa, namlanishi mumkin. Bug', namlik va suv singdiruvchanligini pasaytirish va issiqlik ta'sirida payvandlash xususiyatlarini yaxshilash maqsadida sellofan vinilidenxlorid va epoksid qatronlari asosida tayyorlangan loklar, shuningdek, nitrotsellyuloza (nitrolok) bilan qoplanadi. Oddiy sellofan sirtiga bir yoki ikki tomonlama etkazilgan lok qoplamalari uning suv, namlik va bug' singdiruvchanligini o'n marotabagacha kamaytiradi. Oxirgi yillarda oziq – ovqat sanoatida nafaqat oddiy parda, balki 2 – 4 qatlamli kombinirlangan pardali materiallardan keng qo'llaniladi. Himoyalash xossalarini yaxshilash, mahsulot tarkibi va sifatini tashqi zararli omillardan (namlik, bug', chang, UB – nurlari, hid va bakteriyalardan) muhofaza qilish uchun qadoqlovchi materiallarning butun yuzasiga yoki uning bir qismiga turli kimyoviy tarkib, tizim va xossalarga ega bo'lgan ikki yoki uch xil materiallar (qog'oz, karton, alyuminiy folgasi, polimer pardasi) qoplanishi mumkin. Bunda, qog'oz yoki alyuminiy folgasi mustahkamlik, yozuv va rasmlarni yaxshi qabul qilishni ta'minlasa, parda singdiruvchanlikni va qatlamlarni o'zaro payvandlanish imkonini yaratadi. SHu o'rinda oziq – ovqat mahsulotlarni yumshoq qadoqlash uchun alyuminiy folgasining o'zni nihoyatda kattadir. Sirtining holatiga qarab, alyuminiy folgasi quyidagi turlarga bo'linadi: silliq va yaltiroq folga, rangsiz lok bilan loklangan folga, rangli lok bilan qoplangan folga, bo'yalgan va siqilgan folga. Folga sirtini qoplash uchun O'zR Sog'liqni Saqlash Vazirligi tomonidan ruxsat etilgan lok va bo'yoqlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Alyuminiy folgasi yuqori issiqlik o'tkazish qobiliyatiga ega bo'lib, mahsulotni yorug'lik ta'siridan himoyalaydi, nurlanishning ma'lum qismini ushlab qoladi, u suv, bug', namlik, gaz, yog' – moy va turli aromatik birikmalarni singdirmaydigan ishonchli himoya vositasi hisoblanadi. Folganing qalinligi (0,015 – 0,030) mm atrofida bo'lib, kislorod ta'sirida oksidlanadi va sirtida oksidlangan yupqa qatlam hosil qiladi. Bu qatlamning mohiyati shundan iboratki, u folgani bundan keyingi oksidlanishidan himoyalaydi. Folganing egiluvchanligi, nisbatan yumshoqligi, yozuv va rasmlarni yaxshi qabul qilinishi kabi xossalari undan oziq – ovqat sanoatida kengroq

qo'llanilishiga keng yo'l ochib berdi. Ammo uning asosiy kamchiliklari – mexanik mustahkamligining pastligi va egilgan joylarida g'ovaklar va mikrotirqishchalarning paydo bo'lishi va ular orqali quyimolekulyar birikmalarni mahsulotga o'tkazib yuborishidir. Alyuminiy folgasining qadoqlangan mahsulotga zararli ta'sirini oldini olish uchun u polimer pardalari (sellofan, PE, PP va b.) bilan qoplanadi. Folgani parda bilan birlashtirish uchun ko'pincha PE dan qo'llaniladi. Natijada kombinirlangan pardaning issiqlik ta'sirida payvandlanishi osonlashadi va uning kimyoviy barqororligi oshadi. PE o'rniga PP dan foydalanilganda, pardaning yuqori haroratlarga chidamliligi sezilarli darajada oshib, sterilizatsiyalash uchun yaroqli bo'ladi. PP bilan payvandlangan yupqa alyuminiy folgasi haddan tashqari muzlatiladigan mahsulotlar uchun yarim qattiq qadoqlash vositalarini tayyorlashda asosiy material hisoblanadi. Oziq – ovqat mahsulotlarini o'rash yoki qadoqlash maqsadida kombinirlangan yoki dublirlangan pardali materiallar (PE – folga – PP, PVX – folga – PA, PE – folga – PA, sellofan – folga – PE, qog'oz – PE, karton – PE, qog'oz – PVX, sellofan – lok, sellofan – PE, folga – PE, folga – PP, PE – PA va boshqa ikki va uch qatlamli pardali materiallar) dan keng qo'llaniladi. Ushbu kombinirlangan pardali materiallarda tashqi qatlam sezgir folgani parchalanishdan saqlaydi va qatlamlar orasiga yozuv va rasmlarni bosish imkonini beradi. Buning uchun PP, PVX, PA va boshqa shaffof pardalardan qo'llaniladi. Oziq – ovqat bilan tutashgan ichki qatlam uchun esa, oson payvandlanadigan PE pardasidan qo'llaniladi. Sovutilgan go'sht rangini o'zgarishini va unga bakteriyalar ta'sirini oldini olish maqsadida tashqi tomonidan loklangan sellofandan, PVX, saran (vinilidenxlorid sopolimeri pardasidan), PE, PS va gidrokslorid kauchukdan qo'llanishi mumkin. Polimer pardaga qadoqlangan go'shtning saqlash davomiyligi (vaqti) O °C da 2 – 3 sutka, 6 °C da esa 1,5 sutkani tashkil etadi. Mahsulotni namlik va kislorod ta'siridan muhofazalash hamda yorug'likda saqlash uchun ko'pincha ko'p qatlamli kombinirlangan pardalardan (sellofan – PE, PETF – PE, PA – PE, saran – PVX – saran, sellofan – folga – PE) qo'llaniladi. Muzlatilgan parranda go'shtini qadoqlash uchun kirishish qobiliyatiga ega bo'lgan saran, gidrokslorid kauchuk va PE pardalaridan qo'llaniladi. Ba'zan parranda go'shtini qadoqlashdan oldin namlikni yutib olish uchun ko'pikli PS yoki ko'pikli PVX dan tayyorlangan tarnovga (lotkaga) joylashtiriladi. Kalbosa va sosiskalarni qadoqlashda asosan sellofandan, viskoza bilan shimdirilgan uzun tolali izotrop qog'ozdan, sarandan va PVS pardalaridan qo'llaniladi. Tabiiy pishloqni namlik, kislorod va bakteriyalar ta'siridan muhofazalash uchun ikki tomonlama qoplama qilingan namlikka chidamli sellofandan, ko'pincha saran yoki gidrokslorid kauchuk pardalaridan qo'llaniladi. Bunday qadoqlarda pishloqni 3 sutkagacha saqlash mumkin. Agar pishloqni 5 – sutka va undan ortiq muddatlarda saqlash kerak bo'lsa, unda kombinirlangan uch qatlamli sellofan – saran – SE, PETF – saran – PE, PA – saran

PE yoki to'rt qatlamli PP – PE – saran – PE pardalardan qo'llanilib, mahsulot vakuumda qadoqlanadi. Suyuqlantirilgan pishloq, odatda, tabiiy pishloqqa nisbatan barqarorroq bo'ladi, chunki uni tayyorlashda pasterizatsiya qilinadi. U vinilxlorid va vinilatsetat sopolimeri asosida olingan lok bilan qoplangan folgaga, qog'oz – folga – PE, PVX yoki saran pardalarida qadoqlanadi. Pishloqni mikromum bilan qoplangan sellofanga ham joylashtirish mumkin. Uning tarkibida serezin va quyimolekulyar PE ham bo'ladi. Bunda suyuqlantirilgan pishloq paketlarga quyiladi va zich payvandlanib, berkitiladi. Suyuqlantirilgan pishloqni bika idishlarga, masalan, zarbaga chidamli PS stakanchalarda qadoqlash keng tarqalgan. Toza baliq PE paketlarida yoki to'rlarda qadoqlanadi. Ba'zan paket ichida suyuqlikni shimib oluvchi ko'pikli PS tarnovi joylashtiriladi. Muzlatilgan baliqlarni qadoqlash uchun, odatda, PE, sellofan yoki ichki sirtlari PE yoki saran pardasi bilan qoplangan karton qutilardan qo'llaniladi. Dudlangan baliqlarni qadoqlash uchun mahsulot hidini saqlash va tashqi hidlar va bakteriyalar ta'siridan himoyalash qobiliyatiga ega bo'lgan pardali materiallardan qo'llaniladi. Odatda, bunday baliqlar bir, ikki va uch qatlamli sellofan – PE, PETF – sellofan – PE, PA – 12 pardalarda vakuumda qadoqlanadi. Bunda mahsulotdan o'rash materialini olib tashlamasdan, uni isitish mumkin bo'ladi. Tuzlangan baliqlarni PE yoki plastifikatsiyalangan PVX pardalari bilan qoplangan yog'och bochkalar yoki qutilarda qadoqlanadi. Non mahsulotlarni qoq bo'lib qolishdan himoyalash, ularda mag'orlar paydo bo'lishini oldini olish va gigiena qoidalariga rioya qilish maqsadida, ular PE yoki PP pardalarida qadoqlanadi. Muzlatilgan xamirni PA – 12 pardasida saqlash va pishirish mumkin. Sut va nordon sutli mahsulotlar, shuningdek, soklar kombinirlangan uch qatlamli pardalar (masalan, PETF – folga – PE) da qadoqlanadi. Bir qatlamli PVS, PE pardalaridan, uch qatlamli saran – sellofan – saran pardalaridan, shuningdek, vinilidenxlorid sopolimerlarining suvli dispersiyasi bilan qoplama qilingan qog'ozdan ham foydalanish mumkin. Ba'zan kofeni qadoqlashda karton qutilarda saran pardasi joylashtiriladi. Konsentrat va yarim mahsulotlarni namlikdan, maydalash va achchiqlanib qolishdan himoyalash uchun polimer pardalaridan qo'llaniladi. Ozuqa konsentratlari tarkibiga ularning barqarorligini saqlash uchun mikrokapsulalangan, ya'ni parda bilan himoyalangan moylar va xushbo'y moddalar qo'shiladi. Gigroskopik konditer mahsulotlari (karamel, iris) namlikni singdirmaydigan PP hamda kombinirlangan ikki qatlamli PE – folga pardalari bilan o'raladi. Sellofandan kam ishlatiladi, chunki gigroskopik material bilan tutashganda, u mo'rtlashib qoladi. Kam gigroskopik konditer mahsulotlari (masalan, jeleli konfetlar, marmelad, marsipanlar) bug' singdiruvchan, loklanmagan sellofan yoki atsetat sellyuloza pardalari bilan o'raladi. Nogigroskopik shokolad mahsulotlarni uzoq muddatlarga saqlash uchun kombinirlangan uch qatlamli PETF – folga – PE pardalaridan qo'llaniladi. Ushbu

materiallar zamburug'lar (mag'orlar) paydo bo'lishini va yuqori haroratlarda moy va qandni shokolad sirtiga siljib chiqishni oldini olishga imkon beradi. Toza sabzavot va mevalarni qadoqlashda tanlab gaz singdiruvchan (masalan, SO_2 ni singdiruvchan va O_2 ni kam singdiruvchan) materiallardan qo'llaniladi. Ular mahsulotni uzoq muddatlarga saqlash imkonini beradi. Buning uchun kremniyorganik kauchuk va gidroxlid kauchuk pardalaridan, teshikchali PE pardalaridan, plastifikatsiyalangan PVX va atsetat sellyuloza pardalaridan qo'llaniladi. Oziq – ovqat mahsulotlarni metall shisha va boshqa idishlarga qadoqlash uchun (40 – 98) % li dispersiyalardan yoki polimer kompozitsiyalarining eritmalaridan tarkib topgan zichlantiruvchi pastalardan keng qo'llaniladi. Ushbu pastalarni metall qopqoqqa maxsus avtomatlar yordamida etkaziladi, so'ng pastaning tarkibi va qo'llanish sohasiga qarab, (0,5 – 1,0) daq davomida (100 – 240) °C da termik ishlov beriladi. Pastalar negizini sintetik latekslar (masalan, butadien - stirol), tabiiy kauchuk, PVX, ZYUPE va poliizobutilen kompozitsiyalari tashkil etishi mumkin. Pastalar tarkibida plastifikatorlar, to'ldirgichlar, emulgatorlar, barqarorlashtirgichlar va boshqa ingredientlar bo'lishi mumkin. Masalan, spirtsiz ichimliklar butilkasini mahkamlash uchun tarkibida PVX, dioktilftalat va bariy sulfatining massa bo'yicha teng miqdoridan tarkib topgan pastalardan qo'llaniladi. Ma'lumki, turli xil oziq – ovqat mahsulotlarini (masalan, don, un, sut, qaymoq, pishloq, muzqaymoq, panir, yog' – moy, ichimliklar, go'sht, baliq mahsulotlarini, olma, anor, shaftoli, uzum, o'rik va ulardan olinadigan ichimlik va shirinliklarni, quritilgan kukunlar va hokazolarni) o'rash, qadoqlash, saqlash va bir joydan ikkinchi joyga uzatish uchun turli kimyoviy tarkib, tizim va xossalarga ega bo'lgan polimerlardan ishlab chiqarilgan sifatli va ishga chidamli pardalardan, xalta va quvurlardan, qutti, savat va idishlardan keng qo'llaniladi. Buning uchun tabiiy polimerlar (sellyuloza, kraxmal, tabiiy kauchuk, turli xil qatronlar) dan, sintetik polimerlar (polimerlanish va polikondensatlanish reaksiyalari tufayli olinadigan PE, PP, PS, PVX, PMMA, PA, PETF, poliefir va epoksid qatronlari) dan va sun'iy polimerlar (ya'ni, tabiiy polimerlarga kimyoviy ishlov berish yo'li bilan olinadigan polimerlar – xlorkauchuk, ftorkauchuk, sellyuloza efirlari va hokazolar) dan keng qo'llaniladi. Odatda, polimer materialining kimyoviy tarkibini, tizimi va xossalarini, xususan, uning tashqi ko'rinishini yaxshilash maqsadida tarkibiga ma'lum miqdorda qo'shimcha moddalar (plastifikatorlar, bo'yatgichlar, barqarorlashtirgichlar, to'ldirgichlar) kiritiladi. Oziq – ovqat sanoatida qo'llaniladigan polimer buyumlariga quyiladigan asosiy gigienik va ekologik talab shundan iboratki, polimer materiali va uning tarkibidagi qo'shimcha moddalar oziq – ovqat mahsulotining organoleptik ko'rsatgichlari (ta'mi, mazzasi, hidi va rangi) ga zarar etkazmasligi kerak. Polimerlanish reaksiyalarning tezroq kechishi uchun

turli katalizatorlardan, ya'ni reaksiyani tezlashtiruvchi moddalardan, qo'llaniladi. Katalizator sifatida turli kimyoviy tarkibga ega bo'lgan kislotalar (H_2SO_4 , H_3PO_4 , HCl va b.) dan, Lyuis kislotalari ($AlCl_3$, $TiCl_4$, $ZnCl_2$ va b.) dan, Fridel – Krafts katalizatorlari (MeX_n , bu erda Me – bor, alyuminiy, titan, qalay va h. , X – galogen (J_2 , JCl , JBr va h.) dan qo'llanilishi mumkin. Reaksiya kechadigan muhitda katalizatorning konsentratsiyasi ($10^{-4} - 10^{-2}$) kmol/l ni tashkil etish mumkin. Asosiy ekologik va gigienik muammo shundan iboratki, sintez yo'li bilan olingan polimer kukunlari tarkibida katalizatorning ma'lum miqdori qolib ketadi. Odatda, polimer tarkibida anorganik birikma qoldiqlari kulchanlik bilan ifodalanadi. Masalan, oziq – ovqat mahsulotlarini o'rash uchun tavsiya etilgan PE pardalari tarkibida kulchanlik 0,02 % dan oshmasligi kerak. Bundan tashqari, shuni ham yodda tutish kerakki, tayyor polimer mahsuloti tarkibida qolgan katalizatorning nihoyatda kichik miqdori buyumning eskirishini tezlashtirishi ham mumkin. Ma'lumki, polimerlanish reaksiyasi samarali kechishi uchun shunday moddalar (masalan, kislorodorganik va anorganik peroksidlar, gidroperekislar, diazobirikmalar va h.) dan qo'llaniladiki, ularga polimerlanish tashabuskorlari deb ataladi. Ular issiqlik ta'sirida parchalanib, ozod radikallarni hosil qilish qobiliyatiga ega. Peroksidlarning parchalanishi tufayli paydo bo'ladigan mahsulotlar biologik faol hisoblanadi. Oziq – ovqat sanoatida qo'llaniladigan polimer buyumlari tarkibida biologik faol mahsulotlar (ya'ni, tashabuskorlarning parchalanishi jarayonida hosil bo'ladigan mahsulotlar) ning miqdori **0,2 %** dan oshmasligi kerak. Polimer buyumlari xossalarini kerakli darajada o'zgartirish, ularning nur, kislorod va issiqlik ta'sirida turg'unligini oshirish maqsadida, tarkibiga barqarorlashtirgichlar (stabilizatorlar) kiritiladi. Ular biologik faol moddalar bo'lib, polimer makromolekulalari bilan kimyoviy bog'lar orqali biriktirilgan bo'ladi. Ular vaqtning o'tishi bilan polimer tarkibidan diffuziyalanib, tashqi muhitga, ya'ni oziq – ovqat mahsuloti bilan tutashgan chegaraga siljib chiqishi mumkin. Odatda, termo-stabilizatorlar sifatida kalsiy stearati, rux stearati, bariy stearati, qo'rg'oshin stearati va boshqa barqarorlashtirgichlardan keng qo'llaniladi. Kompleks barqarorlashtirgichlar tarkibiga kiradigan kalsiy stearati va rux stearati zaharsiz moddalar hisoblanadi. Ammo kadmiy, bariy va qo'rg'oshin stearatlari nihoyatda zaharlidir. Hozirgi paytda oziq – ovqat sanoatida qo'llaniladigan PVX buyumlarini barqarorlashtirish maqsadida epoksidlashtirilgan soya moyidan qo'llaniladi. Soya moyi uncha zaharli emas, ammo polimer tarkibiga undan ko'proq kiritilishi buyumdan boshqa qo'shimcha moddalarni ajralib chiqishini kuchaytirib yuborishi mumkin. Polimer materiali tarkibiga plastifikator kiritishdan asosiy maqsad – unga ishlov berish texnologik jarayonlarni osonlashtirish, yuqori elastik va sovuqqa chidamli mahsulotlar olishdan iboratdir. Polimer tarkibiga plastifikator kirgizish polimer bilan boshqa qo'shimcha

moddalarni aralashtirishni osonlashtiradi va, eng muhimi, ishlov berish haroratini pasaytirish imkonini beradi. Bundan tashqari, plastifikator buyumlarni issiqlik va nurga chidamliligini oshiradi. Plastifikatorlar sifatida nafaqat quyi molekulyar suyuqliklardan, balki yuqori molekulyar birikmalardan ham qo'llanish mumkin. Aromatik va alifatik karbon kislotalarning efirlari, fosfor kislota, epoksidlashtirilgan birikmalar, poliefirlar, glikol va monokarbon kislotalarning efirlari polimerlarning asosiy plastifikatorlari hisoblanadi. Hozirgi paytda 2000 tadan ziyodroq polimerlarga qo'llaniladigan plastifikatorlar bor. Ammo oziq – ovqat mahsulotlari uchun mo'ljallangan polimer buyumlari ishlab chiqarishda ularning sanoqli turlari (glitserin, parafin moyi, etanolaminlar, ftal, sebatsin, adapin va limon kislotalarning efirlari, shuningdek, quyi molekulyar poliefirlar) qo'l keladi. Sebatsin va limon kislotalarning efirlari, stearin kislota va uning tuzlari (kalsiy stearat va rux stearat), glitserin, triatsetin, kastor moyi, mono - , di – va trietanolaminlar va ularning tuzlari zaharsiz plastifikatorlar hisoblanadi. Oziq – ovqat mahsulotlarini o'rash pardalari ishlab chiqarish uchun atsetiltributilsitrat va etilgeksilfenilfosfat kabi plastifikatorlardan foydalanish katta amaliy ahamiyatga ega, chunki ular uncha zaharli emas, kam uchuvchan, suvda, issiqlik va moyli muhitlar ta'siriga chidamlidir.

Plastifikatorlarga quyiladigan asosiy talablar quyidagilardan iborat.

1. Plastifikator polimer bilan yaxshi aralashib, ekspluatatsion barqaror sistema yaratish qobiliyatiga ega bo'lishi kerak.
2. Plastifikator hidsiz, zaharsiz, rangsiz va uchuvchan bo'lishi kerak.
3. Plastifikator past haroratlarda ham polimerni yumshatish qobiliyatiga ega bo'lishi kerak.
4. Polimer komponentlariga nisbatan u kimyoviy barqaror bo'lmog'i lozim.
5. Plastifikator suyuqliklar, moylar, yuvuvchi moddalar muhitida va oziq – ovqat mahsulotlari ta'sirida buyum tarkibidan ajralib chiqmasligi kerak. Polimer buyumlari tarkibiga to'ldirgichlar ham kiritilishi mumkin. To'ldirgichlar sifatida havo (gaz) va qattiq moddalardan keng qo'llaniladi. To'ldirilgan polimer buyumlari qattiq, mustahkam va mo'rt bo'ladi. Ular yonmaydigan, elektr o'tkazuvchan va ishqalanish koeffitsientlari toza (ya'ni, to'ldirilmagan) materialga nisbatan yuqori bo'ladi. Odatda, to'ldirgich sifatida qattiq moddalar (masalan, grafit, bo'r, yog'och uni, turli metallar va b.) dan qo'llaniladi. Ular kukunsimon yoki tola shaklida bo'lishi mumkin. Sellyuloza, SiO_2 , CaCO_3 , TiO_2 va boshqalar zaharsiz to'ldirgichlar hisoblanadi. Polimer buyumlari tarkibida to'ldirgichlarning

konsentratsiyasi 10 – 50 % ni tashkil etish mumkin. Bunday polimer kompozitsion materiallardan asosan qutti, chelak, savat, turli idish va sig‘imlar, likobchalar ishlab chiqariladi. Oziq – ovqat sanoatida qo‘llaniladigan polimer buyumlarni ishlab chiqarish uchun to‘ldirgichlarga quyidagi talablar qo‘yiladi.

1. To‘ldirgichlar polimer bilan aralashib, bir jinsli sistema hosil qilish qobiliyatiga ega bo‘lishlari kerak.
2. Ular polimer eritmaları yokisuyuqlanmalarida yaxshi ho‘llash qobiliyatiga ega bo‘lishlari kerak.
3. To‘ldirgichlarga ishlov berish, ularni saqlash va qo‘llash jarayonida o‘z xossalarini yo‘qotmasliklari kerak.
4. Ular suv, moy va boshqa muhitlar ta’sirida buyum tarkibidan ajralib chiqmasliklari kerak. Aksariyat holatlarda oziq – ovqat mahsulotlarini o‘rash, qadoqlash, saqlash va bir joydan ikkinchi joyga uzatishga mo‘ljallangan polimer buyumlari maxsus bo‘yalgan bo‘ladi. Buyumlarning tashqi estetik ko‘rinishini yaxshilash maqsadida ular bo‘yaladi. Polimer buyumlarini bo‘yash uchun tabiiy va sintetik bo‘yatgichlardan qo‘llaniladi. Bo‘yatgichlar suyuq eritgichlarda eriydi va polimer makromolekulalariga kimyoviy bog‘lar orqali birikkan bo‘ladi. Ko‘pgina holatlarda polimer tarkibiga organik va anorganik pigmentlar kiritiladi. Ular eruvchan emas. Anorganik bo‘yatgichlar biologik faol moddalar bo‘lib, ularning faolligi birikma tarkibidagi elementlarga bog‘liq bo‘ladi. Masalan, xrom va stronsiy elementlari asosida olingan bo‘yatgichlar zaharli hisoblanadilar. Turli aminoantraxin va azoranglovchi birikmalar jigar, buyrak va markaziy asab sistemasining normal ishlash faoliyatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Bo‘yatgichning buyum tarkibidan oziq – ovqat mahsulotiga siljib chiqishi va oshqazonga kirib borishi umumiy zaharlanishga olib kelishi mumkin. Temir va titan elementlari asosida olingan bo‘yatgichlar zaharsiz hisoblanadilar. Odatda, polimer buyumlari tarkibida bo‘yatgichning konsentratsiya (0,01 – 1,0) % ni tashkil etishi mumkin.

Polimer tarkibiga kiritiladigan bo‘yatgichlar quyidagi talablarni qondirishlari kerak.

1. Polimer tarkibiga kiritiladigan bo‘yatgichlar uning hajmiga bir tekis taqsimlanishi kerak.
2. Bo‘yatgich kimyoviy barqaror va fiziologik inert bo‘lishi kerak.
3. Bo‘yatgich yorug‘lik ta’siriga barqaror bo‘lishi kerak.

4. U issiqqa chidamli barqaror siljish (migratsiya) ga ega bo'lishi kerak. Gigienik nuqtai nazardan olib qaraganda, polimer buyumlarning tashqi ko'rinishi, kimyoviy tarkibi, tizimi va ekspluatatsion xossalari oziq – ovqat mahsulotlari ta'sirida o'zgarmasligi kerak. Aslida esa, polimer buyumlari oziq – ovqat mahsulotlari bilan tutashganda, tarkibidagi qoldiq moddalar (eritgichlar, emulgatorlar, katalizator va initsiatorlar, barqarorlashtirgichlar, plastifikator va bo'yatgichlar) ning ma'lum bir miqdori siljib chiqadi. Buning asosiy sababi shundan iboratki, vaqtning o'tishi bilan polimer material eskiradi, ya'ni tashqi muhit omillari ta'sirida buyumning fizik – mexanik va fizik – kimyoviy xossalari o'zgaradi. Buyumning eskirishi destruksiya jarayonlarining kechishiga bog'liq bo'lib, makromolekulalarning parchalanishi bilan birga kechadi. Destruksiya natijasida buyumning deformatsiyalanishi, sirtida mikroyorishma va tirqishchalarning paydo bo'lishi, tashqi ko'rinishining o'zgarishi, sarg'ayib yoki xiralashib qolishi va shunga o'xshagan boshqa hodisalarni kuzatish mumkin. Polimerlar destruksiyasi, odatda, kimyoviy agentlar (kislorod, ozon, suv, spirtlar, ishqor va kislotalar) yoki fizik ta'sirlar (issiqlik, yorug'lik, nurlanishlar, mexanik yuklamalar, va h.) ta'sirida kechishi mumkin. Polimerlar destruksiyasi ularni qayta ishlash jarayonida ham (masalan, texnologik rejimga rioya qilmaganda) kechishi mumkin. Ushbu jarayonlar buyumdan tashqi muhitga kimyoviy zararli moddalar, ya'ni destruksiya mahsulotlarini ajralib chiqishi bilan bog'liqdir. Yuqori haroratlarda suv, tuz va kislotalarning suvli eritmalari ta'sirida poliolefinlar (ZPPE, ZBPE, PP va ular asosida olingan kompozitsiyalar) ning sirtlari parchalanadi, ularda mikroyorishma va tirqishchalar paydo bo'lib, buyum tarkibidan quyimolekulyar birikmalarning tashqi muhitga siljib chiqishi tezlashadi. SHuning uchun harorat 60 °C va undan yuqori bo'lganda, PE dan qo'llanish muddati vaqt bilan cheklangan bo'lishi kerak. Polimer buyumlari oddiy xona haroratida inson sog'ligi uchun zararli emas. Oziq – ovqat sanoatida qo'llaniladigan buyumlar esa suv va boshqa mahsulotlarga erimaydi. SHuning uchun polimer buyumlarning zararli ta'sirining xavfliligi ularning tarkibiga kiruvchi quyimolekulyar moddalarning xavfliligiga bog'liq. Quyidagi 2 ta me'yor polimer buyumlarining xavfliligini belgilaydi: material tarkibida hosil bo'lgan yoki kirib qolgan quyimolekulyar moddalarning zaharliligi va ushbu moddalarning oziq – ovqat mahsulotiga siljib o'tgan miqdori. Toksikologik tadqiqotlar o'tkazish yo'li bilan kimyoviy moddalarning inson sog'ligi uchun xavflilik darajasi aniqlanadi. Sanitar – kimyoviy tadqiqotlar o'tkazish yo'li bilan kimyoviy moddalarning tarkibi, buyumdan siljib chiqadigan miqdori va xarakteri aniqlanadi. SHundan so'ng, ularning inson uchun xavflilik darajasi to'g'risida xulosalar chiqariladi. Masalan, PE ning destruksiya jarayonida formaldegid, kislotalar, to'yinmagan uglevodorodlar, quyimolekulyar oligomerlar, shuningdek, suv va SO₂ ajralib chiqishi mumkin. PP

destruksiyalanganda esa, yuqorida bayon etilgan kimyoviy moddalardan tashqari atseton, metil spirt va boshqa spirtlar ajralib chiqishi mumkin. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, formaldegid nihoyatda zaharli modda bo'lib, uning ruxsat etilgan siljib chiqish miqdori $0,1 \text{ MG/L}$, metil spirt uchun esa, 1 MG/L ni tashkil etadi. Buning ma'nosi shuki, buyumdan ajralib chiqadigan formaldegid yoki metil spirtning miqdori ularning yuqoridagi ko'rsatgichlardan oshmasligi kerak. Aks holda, oziq – ovqat mahsulotining tarkibi, xususan, uning organoleptik ko'rsatgichlari (ta'mi, hidi, mazzasi, rangi) o'zgarib ketishi mumkin. PS destruksiyalaganda stirol, X – metilstirol, etilbenzol va boshqa aromatik aldegidlar va ketonlar ajralib chiqishi mumkin. PVX destruksiyalaganda aldegidlar, spirtlar, xlorli vodorod (NSI), xlorlangan uglevodorodlar va to'yinmagan uglevodorodlar, shuningdek, uning monomeri – vinilxlorid ajralib chiqishi mumkin. Vinilxlorid hidsiz gaz bo'lib, $-13,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ da qaynaydi. Uning polimer buyumidan siljib chiqish miqdori $0,01 \text{ mg/l}$ dan oshmasligi kerak. Organik shisha (PMMA) destruksiyalaganda metil spirt, metilmetakrilat (ruxsat etilgan siljib chiqish miqdori $0,25 \text{ mg/l}$), metaakril kislota, to'yinmagan uglevodorodlar ajralib chiqishi mumkin. Aminoplastlar parchalaganda aldegidlar (formaldegid), ammiak, fenoplastlar parchalaganda fenol (ruxsat etilgan siljib chiqish miqdori $0,001 \text{ mg/l}$), aldegidlar, epoksid qatronlari parchalaganda esa epixlorgidrin, fenol, xlorlangan va aromatik uglevodorodlar ajralib chiqishi mumkin. Epoxlorgidrin rangsiz, tiniq va o'tkir hidli suyuqlikdir. Uning tarkibida xlor saqlanuvchi guruhlar mavjudligi tufayli, yuqori biologik ta'sir etish xususiyatiga ega. Uning buyum tarkibidan siljib chiqish miqdori $0,1 \text{ mg/l}$ dan oshmasligi kerak. SHuni alohida yodda tutish kerakki, polimer tarkibidan siljib chiqadigan moddalar (eritgich qoldiqlari, issiqlik ta'sirida oksidlanish destruksiya mahsulotlari) ning miqdori ularning ruxsat etilgan siljib chiqish miqdoridan kichik bo'lishi mumkin. Ammo shunga qaramasdan, aromatik birikmalar mahsulotning organoleptik ko'rsatgichlarini o'zgartirib yuborish qobiliyatiga egalar. SHuning uchun oziq – ovqat sanoatida qadoqlash materiali sifatida aminoplastlar, fenoplastlar, epoksid qatronlari va shunga o'xshagan polimer turlaridan ishlatilmaydi. Oziq – ovqat mahsulotlari bilan tutashadigan polimer buyumlarining xavflilik darajalarini oldindan bashorat qilish uchun ulardan tashqi muhitga, ya'ni mahsulotga, ajralib chiqadigan moddalarning kimyoviy tarkibi, fiziologik ta'siri, siljib chiqqadigan miqdori va toksikologik tavsifnomalari to'g'risida real ma'lumotlarga ega bo'lish kerak. SHundagina polimer buyumlaridan oziq – ovqat sanoatida keng foydalanish mumkin. Polimer materiallarining sanitar – gigienik xossalarini yaxshilash katta amaliy ahamiyatga ega, chunki ularning ushbu xossalari talab darajasiga bo'lmaganda, ular kerakli ekspluatatsion xossalarga ega bo'lishlari bilan, ulardan foydalanishga ijozat

berilmaydi. Polimer materiallarining ushbu xossalarini yaxshilash uchun turli yo‘llar va usullardan foydalaniladi.

1. Polimerni sintez qilishning mos usulini tanlash yo‘li bilan uning sanitar – gigienik xossalarini yaxshilash mumkin. Ushbu yo‘l bilan polimer tarkibiga qoladigan monomer miqdorini kamaytirish mumkin.
2. Fizik usullardan samarali foydalanish yo‘li bilan (masalan, haroratni oshirish, UB – nurlar yoki γ – nurlanishlardan foydalanib), polimer tarkibiga qoladigan tashabbuskorlar (initsiatorlar) va katalizatorlar miqdorini kamaytirish mumkin.
3. Polimer kompozitsiyalarini qayta ishlashga tayyorlash jarayonida zaharli qo‘shimchalardan tozalangan ingredientlardan foydalanish yo‘li bilan polimer buyumlarining sanitar – gigienik xossalarini yaxshilash mumkin.
4. Kompozitsiyani qayta ishlashda yoki polimerlanish jarayonida zaharli birikmalar bilan reaksiyaga kirishib, zaharsiz mahsulotlarni paydo bo‘lishiga xizmat qiladigan moddalarni qo‘shish yo‘li bilan buyumning sanitar – gigienik xossalarini yaxshilash mumkin.
5. Tayyor buyumdan foydalanishdan oldin uni vakuumlash yoki inert gazlar muhitida termik ishlov berish yo‘li bilan nafaqat uchuvchan moddalar miqdorini kamaytirish, balki sanitar – gigienik xossalarni yaxshilash mumkin.
6. Material yoki buyum sirtiga himoya qatlamini etkazish (masalan, kremniyorganik qoplamaning etkazish) yo‘li bilan uning sanitar – gigienik xossalarini yaxshilash mumkin.
7. Tayyor material yoki buyumdan foydalanishdan oldin, uni uzoq vaqtgacha saqlab qolish siljib chiqadigan birikmalar miqdorini kamaytirish imkonini beradi.

SHuni alohida ta’kidlash kerakki, polimer buyumlarining yog‘ yoki moylarda oz bo‘lsa–da bo‘kishi, ulardan qadoqlash materiali sifatida ishlatish imkonini berolmaydi. Bazi bir holatlarda polimer pardaning kislorod singdiruvchanligi katta amaliy ahamiyatga ega bo‘lishi mumkin. CHunki parda yuqori darajada kislorod singdiruvchan bo‘lsa, tarkibida moy saqlangan mahsulotning ta’mi achchiq bo‘lib, vitaminlarini yo‘qotishi mumkin. Bundan tashqari, polimer tarkibidagi ingredientlar (plastifikatorlar, barqarorlashtirgichlar, to‘ldirgichlar, bo‘yatgichlar) ta’sirida moylarni eruvchanligiga alohida e’tibor berish kerak. Faqatgina yuqorida ko‘rsatib o‘tilgan omillarning inobatga olgan holda buyumga moy mahsulotlarini qadoqlash mumkinligi to‘g‘risida amaliy tavsiyalar berish mumkin. Kompozitsiya tarkibini o‘zgartirish yo‘li bilan o‘sha bir materialdan turli sohalarda ishlatish

imkoni tug'ilishi mumkin. Masalan, sellofan pardasining mo'rtligi, gidrofilligi va issiqlik ta'sirida payvandlanishining qiyinligi undan oziq – ovqat sanoatida kengroq foydalanishni cheklab qo'ygan edi. Ammo uning sirtiga lok qatlamini etkazish yo'li bilan gidrofilligi va gazlarni singdiruvchanligini kamaytirishga, shuningdek, uni oson payvandlanishiga erishildi, ya'ni kompozitsiya tarkibini maqsadli o'zgartirish yo'li bilan ushbu xossalarni yaxshilashga erishildi. Ammo lok tarkibidagi eritgich qoldiqlarini kompozitsiya tarkibidan chetlashtirish muammosi kelib chiqdi. Qoplamani bevosita mahsulotga shakllantirishda, eritgich nafaqat havoga, balki mahsulot tarkibiga ham diffuziyalanishi mumkin. Masalan, pishloqqa lateks qoplamasini etkazishda eritgich va monomer qoldiqlarining miqdori ham qoplamada va ham mahsulot tarkibida nazorat qilib boriladi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, nafaqat polimer kompozitsiyasi tarkibini, balki buyum olish texnologik jarayonlarning alohida ko'rsatgichlarini o'zgartirish yo'li bilan uning sanitar – kimyoviy xossalarini yaxshilash va undan foydalanish sohalarini kengaytirish mumkin. Ammo u yoki bu polimer materiali bitta mahsulotni qadoqlash yoki o'rashga mo'ljallangan bo'lishi mumkin, boshqa mahsulot uchun ishlatmasligi mumkin. Bu nafaqat materialning o'ziga, balki uning tarkibiga kiritilgan qo'shimcha moddalarning kimyoviy tabiati va fizik tizimiga bog'liq. Masalan, oziq – ovqat sanoatida keng tarqalgan PE dan tarkibida suv saqlanuvchi mahsulotlarni qadoqlashda keng qo'llaniladi, ammo moyli mahsulotlar uchun undan foydalanish cheklangan. PA dan esa moyli mahsulotlarni qadoqlashda keng qo'llaniladi, ammo undan suvli muhitlarda foydalanib bo'lmaydi, chunki u gidrofil (namlik va suvni shimib oluvchi) materialdir. Hozirgi paytda polimer materialining tizimi va xossalarini modifikatsiya qilish usullari (masalan, suv va bug'larga chidamli materiallar olish usullari, suvga eruvchan materiallar olish usullari, yog' va moylarga chidamli materiallar olish usullari, gazlarni singdirmaydigan materiallar olish usullari, kimyoviy tajovuzkor muhitlarga chidamli materiallar olish usullari va h.) ishlab chiqilgan. Ba'zi mahsulotlar uchun, dastavval, ishlatishga yaroqsiz material modifikatsiya qilingandan keyin, mahsulotni qadoqlashga yaroqli bo'lishi mumkin. Masalan, poliolefinlarning yuqori gomologlari (ZPPE, ZYUPE, PP va ularning asosida olingan kompozitsiyalari) moyli muhitlarda chidamli materiallar hisoblanadilar. Sellofanga etkazilgan lok uning suvga chidamliligini keskin oshirishga imkon berdi, alyuminiy folgasi bilan birga dublirlangan PE pardasi esa gazlarni singdirmaydigan materialga aylandi.

SHunday qilib, yangi polimer materiallarni yaratishda gigienik talablarni inobatga olgan holda ularni hosil qilish texnologik jarayonlarini maqbullash (optimallashtirish) katta amaliy ahamiyatga ega. Bu esa polimer materiallaridan oziq–ovqat mahsulotlarni qadoqlashga foydalanish xavfsizligini kafolatlaydi.

3.4. POLIMER KOMPOZITSION MATERIALLARNI QO‘LLANILISHI.

“Kompozitsiya” so‘zi lotin tilidan olingan bo‘lib, “tuzish”, “joylashtirish” demakdir.

“Polimerlar fizikasi va kimyosi” kursidan ma’lumki, polimer materiallari qattiq holatida ham, suyuqlantirilgan holatida ham, ideal jism hisoblanmaydi. Chunki ularni (xususan, termoplastlarni) deformatsiyalaganda, elastik qattiq jism va nyuton suyuqliklari xossalarini namoyon qiladi. Shuning uchun polimer materiallari qovushqoq elastik jismlar hisoblanadi. Polimer materiallarining mexanik xossalari bir qator o‘zaro ta’sirlanuvchi tizim omillariga (masalan, ularning molekulyar massalariga, polimer zanjirlarining tarmoqlanganligiga, makromolekulalarning bukiluvchanligiga, molekulalararo kuchlarga, kristallarning tuzilishiga, kristallik darajasiga va zanjirlarning tartiblanganlik darajasiga) chambarchas bog‘liqdir. Polimer materialining tizimi va xossalarini yaxshilash (modifikatsiyalash) ning samarali usullaridan biri - tarkibiga to‘ldirgichlar kiritish hisoblanadi. To‘ldirgichlarni polimer material tarkibiga kiritish, ya’ni polimer kompozitsiyani yaratishdan asosiy maqsad - ularning fizik-kimyoviy, mexanik, termik, elektrik, friksion (ishqalanish) va boshqa xossalarini yaxshilashdan iborat. Polimer mustahkamligini oshirishga, to‘ldirgichning kuchaytiruvchi ta’siri deyiladi. Materialni kuchaytirish deganda, polimerning mustahkamligi va elastiklik moduli (YUng moduli) ga nisbatan bikirligi va mustahkamligi katta bo‘lgan qattiq fazani kiritish hisobiga, YUng moduli va mustahkamlik ko‘rsatkichlarini oshirish tushuniladi. SHuni ham inobatga olish kerakki, ma’lum bir to‘ldirgich turini kristallanuvchan va kristallanmaydigan polimer materialiga kiritilganda, u ularning birini kuchaytirs, ikkinchisini kuchsizlantirib qo‘yishi ham mumkin. Chunki kristallanmaydigan polimerlarni cho‘zish paytida ular kristallanib, hosil bo‘lgan kristallitlar polimer hajmida faol to‘ldirgich vazifasini ado etishi mumkin. Natijada polimer kompozitsiyasining mustahkamligi oshadi. To‘ldirgichlarni kuchaytiruvchi (faol) va kuchsizlantiruvchi (faolmas) guruhlariga bo‘lish nihoyatda shartlidir. Faolmas to‘ldirgichlardan faqatgina material rangini o‘zgartirish, uni narxini pasaytirish va boshqa maqsadlarda qo‘llaniladi. Polimer kompozitsion materiallar (PKM) deganda, ikki va undan ortiq komponent (tarkibiy qism) li geterofazli polimer sistemalari tushuniladi; bunda bitta komponent (polimer) matritsa hisoblanadi, uning hajmida chegaralovchi fazalararo qatlam bilan qurshalgan boshqa komponent yoki komponentlar (to‘ldirgich zarrachalari) muayyan tartibda taqsimlangan bo‘ladi. Polimer kompozitsion material (kompozit) da har bir komponent haqiqiy eritmalaridagi komponentlardan farqli o‘larok, o‘z individualligini saqlab koladi, ya’ni kompozitdagi har bir komponent o‘z hajmiga

ega bo‘lib, alohida fazani tashkil etadi. Har bir fazaning xususiyati esa, alohida olingan komponentning xususiyatidek hisoblash mumkin. Polimer kompozitsion materiallarda “polimer - to‘ldirgich” sistemasining fazalararo chegara qatlamida kechadigan jarayonlar katta ilmiy ahamiyatga ega. “Polimer - qattiq to‘ldirgich” fazalararo chegarasida qattiq sirtida orientirlangan polimerning yupqa qatlami hosil bo‘lib, unda relaksatsion jarayonlar kuchsizlangan bo‘ladi. Orientirlangan qatlam va to‘ldirgichning qattiq sirti orasida, odatda, vodorod bog‘lar paydo bo‘ladi. Ushbu qatlamning xossalari (qalinligi, zichligi, hajmi, orientirlanganligi, relaksatsion xossalari, g‘ovakligi va h.) boshqa hajmdagi polimerning xossalaridan tubdan farq qiladi. SHuni ham alohida ta’kidlash kerakki, PKM ning tizimi va xossalarini tushuntirishda fazalararo chegara qatlamida kechadigan jarayonlar inobatga olinadi va shu qatlam xossalarining o‘zgarishi bilan izohlanadi. Hozirgi paytda sifatli, mustahkam va ishga chidamli PKM yaratish uchun polimerlar tarkibiga nafaqat qattiq organik va anorganik materiallar, balki turli gazlardan, suyuq moddalardan ham kiritiladi. YUng moduli polimer materialining YUng modulidan farqlanadigan barcha moddalardan tarkib topilgan materiallar, PKM guruhiga kiritiladi.

SHuni alohida ta’kidlash kerakki, sanoatda va kundalik hayotimizda konstruksion materiallarning quyidagi **3 turlarini** uchratish mumkin.

1. Metall konstruksion materiallar.
2. Keramik konstruksion materiallar.
3. Polimer konstruksion materiallar.

Konstruksion materiallardan asosan yuklama kattaligi, uning ta’sir ko‘rsatish davomiyligi, qayishqoqlik va oqishning oniy moduli, ya’ni deformatsiyaning boshlang‘ich va oxirgi qiymatlari (xizmat muddatining ibtidosi va oxirida), buyumning moddiy sig‘imi (massasi), uning issiqqa chidamliligi, yorilishga chidamliligi va boshqa shunga o‘xshagan muayyan talablarga javob bergan holda, mexanik (statik va dinamik) kuchlar ta’sirida qarshilik ko‘rsatish maqsadida qo‘llaniladi. SHuni ham inobatga olish kerakki, metall konstruksion materiallar negizini ularning qotishmalari tashkil etadi. Bunda, ko‘pchilik holatlarda qo‘shilgan metall yoki keramika materialining o‘lchamlari 10-100 nm ni tashkil etishi mumkin. SHuning uchun metall qotishmalari kompozitlar sanaladi. Keramik konstruksion materiallar guruhiga texnik shishalar, oddiy keramika va betonlar kiradi. Ba’zan kompozitlar olish uchun matritsa sifatida texnik shishalardan ishlatiladi. Oddiy keramika va beton ham kompozitsion materiallar sanaladi. Polimer kompozitsion materiallar negizini polimer materiallari asosida olingan kompozitlar tashkil etadi. Metall qotishmalaridan farqli o‘laroq, polimer aralashmalari, to‘ldirilgan polimerlar, ko‘pikplastlar kompozitlarning tipik vakillari hisoblanadilar.

Quyidagi rasmda polimer kompozitsion materiallarning tasnifi keltirilgan. Ushbu rasmdan quyidagi xulosalarni keltirib chiqarish mumkin.

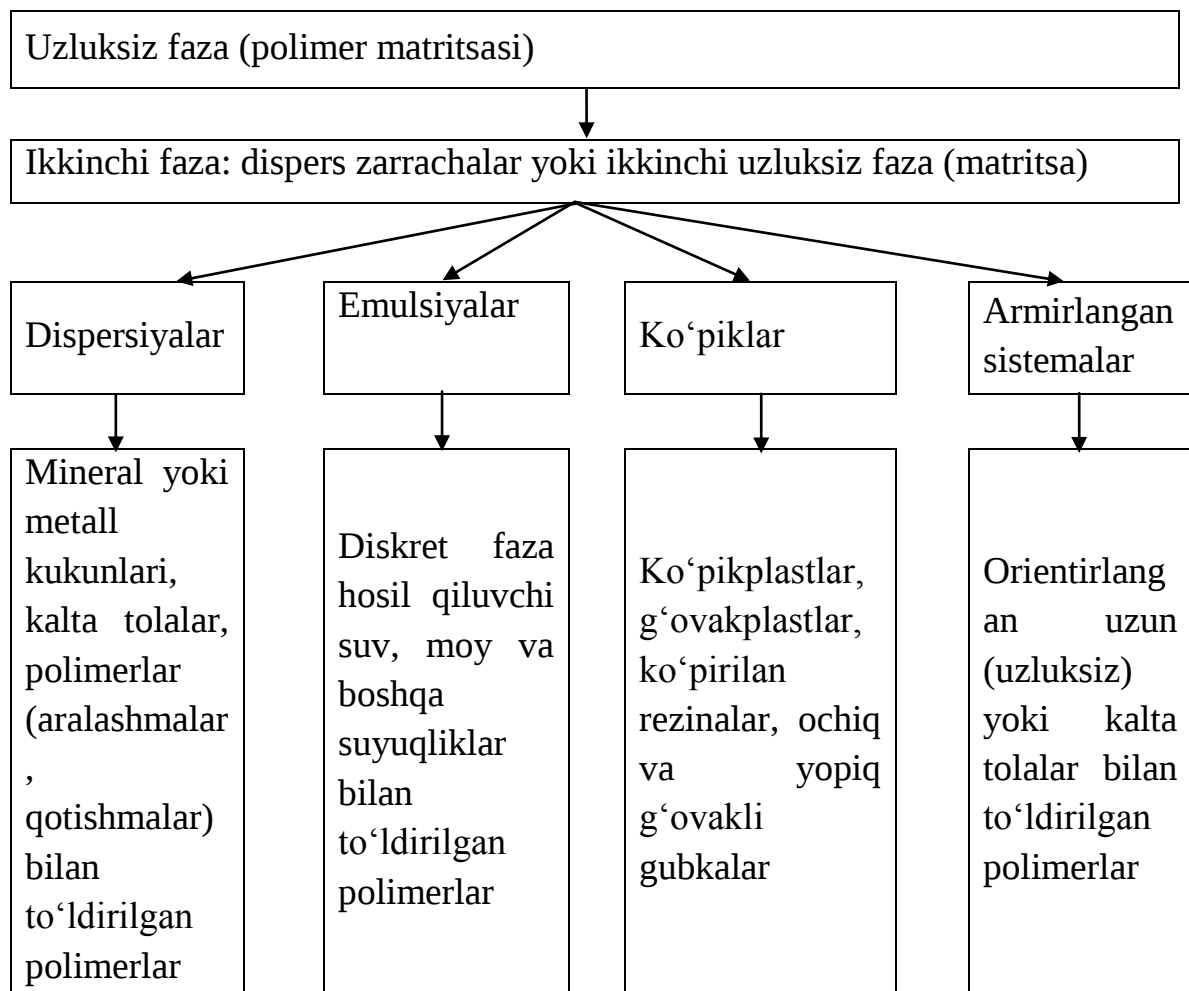
1. Ushbu PKM larda matritsa vazifasini polimer bajaradi va ularning xususiyatlari dastavval, polimer matritsaning fizik holatiga, kimyoviy tarkibiga va tuzilishiga bog'liq bo'ladi.

2. PKM lar xususiyatlarining farqi ikkinchi fazaning kimyoviy tabiatiga, zarrachalarning miqdoriga, shakli va o'lchamiga (kalta va uzluksiz armirolovchi tolalarning o'lchamiga) va polimer matritsada qay darajada orientirlanganligiga bog'liq bo'ladi.

Polimer kompozitsion materiallarning «toza» (to'ldirilmagan) polimer materiallariga nisbatan afzalliklari quyidagilardan iborat:

1. Aksariyat holatlarda PKM larning mustahkamligi to'ldirilmagan polimer materialining mustahkamligidan yuqori bo'ladi. Buning asosiy sababi -to'ldirgich sirtida polimerning orientirlangan qatlamining hosil bo'lishidir. Ushbu qatlamning tartiblangan tizimi mustahkamlikni oshishiga olib keladi. Bundan tashqari, to'ldirgichning kuchaytiruvchi ta'siri quyidagi holatlarda yaqqol namoyon bo'lishi mumkin:

- to'ldirgich zarrachalarning mexanik mustahkamligi polimerning mustahkamligidan katta bo'lganda;
- to'ldirgich zarrachalari polimer eritmasi yoki suyuqlanmasida yaxshi ho'llaganda;
- to'ldirgichning sirti g'adir-budirliklarga boy bo'lganda;
- har bir zarracha polimerning yupqa qatlami bilan qurshab olinganda, ya'ni qoplamalaganda;
- zarrachalararo bo'shliqlar, to'ldirgichdagi g'ovak va yorishmalar polimer suyuqlanmasi bilan to'lganda;
- to'ldirgich zarrachalari va polimer-matritsa orasida kimyoviy bog'lar hosil bo'lganda;
- to'ldirgich zarrachalari polimer matritsa hajmida bir tekis taqsimlanganda;
- buyumni shakllantirish jarayonida (xususan, uni sovutish paytida) ustmolekulyar tuzilmalar (sferolitlar, fibrillar va b.) ning kerakli o'lchamlariga erishilganda.



Polimer kompozitsion materiallarning tasnifi.

2. Kompozit tarkibiga kiruvchi qo'shilma moddalarning miqdori, o'lchami, turi va qayta ishlash usulini to'g'ri tanlash yo'li bilan buyumga kerakli xossalarni berish mumkin.
3. Kiritiladigan qo'shilma moddalar (masalan, to'ldirgichlar yoki plasti-fikatorlar) hisobiga PKM narxini arzonlashtirish mumkin.
4. Polimer tarkibiga kiritiladigan qo'shilmalar hisobiga polimer xom-ashyolarni tejash mumkin.

PKM kamchiliklardan xoli emas.

1. YUng moduli polimer materialining YUng modulidan farqlanadigan har qanday moddalarni polimer tarkibiga kiritilishi polimer matritsa va zarracha orasidagi fazalararo chegarada ichki kuchlanishlarni hosil bo'lishiga olib keladi. Bu xodisa polimer tarkibiga qattiq zarrachalar yoki gaz kiritilganda ham yuz beraveradi. Fazalararo chegara qatlamida kuchlanishning mavjudligi mikroyorishmalarni hosil bo'lishiga va keyinchalik kattaroq tirqish yoki yoriq hosil bo'lishiga, hamda kompozitsiyani parchalanishiga olib keladi.

2. Polimer matritsaning issiqlikdan kengayish chiziqli koeffitsienti (α_M) va to'ldirgich materialining issiqlikdan kengayish chiziqli koeffitsienti (α_F) dan

kattadir. Har qanday qayta ishlash usuli bilan buyum olganda, uning isishi va sovish jarayonlari birgalikda kechadi. Issiqlikdan kengayish chiziqli koeffitsientlarning turlicha bo'lishi kompozitda ichki kuchlanishlarning hosil bo'lishiga olib keladi. Natijada mustahkamlik pasayadi.

3. Qo'shilma (to'ldirgich) miqdori oshgan sari, PKM mo'rtlashib qoladi. Masalan, ZYUPEning parchalanish paytidagi nisbiy deformatsiyasi 600-700 % ni tashkil etishi mumkin. Ammo tarkibiga 50 % bo'r zarrachalaridan kiritilgan ZYUPE ning parchalanish paytidagi nisbiy deformatsiyasi 20 % dan oshmaydi. Agar «toza» polimer materialini va uning asosida olingan kompozitni bir xil uzunlikka cho'zsak, kompozit tarkibidagi matritsa to'ldirgich ishtirokisiz berilgan deformatsiyani ta'minlaydi. SHuning uchun u individual polimerga nisbatan ko'proq deformatsiyaga uchraydi. To'ldirgich miqdori ortishi bilan matritsaning ko'proq deformatsiyalanishi fazalararo chegara qatlamining zarracha sirtidan uzilishiga va kompozit g'ovakligining ortishiga, ya'ni kompozitda mikronuqsonlarning paydo bo'lishiga olib keladi.

4. Agar polimer tarkibiga mustahkamligi kichik bo'lgan to'ldirgichlarni (masalan, elastomerni) qo'shsak, yuklama ta'sir qilayotgan yuza kuchsizlanib qoladi. Boshqacha aytganda, to'ldirgich va polimer orasidagi adgeziya polimer mustahkamligidan kichik bo'lganda, materialning parchalanishi polimer-to'ldirgich fazalararo chegara qatlamida yuz beradi. Natijada materialning mustahkamligi pasayadi. CHunki, **birinchidan**, fazalararo chegara qatlamida katta ichki kuchlanishlar paydo bo'ladi; **ikkinchidan**, fazalararo chegara qatlamida nuqsonlar (defektlar) konsentratsiyasi polimer hajmiga qaraganda ko'proq bo'ladi; **uchinchidan**, qayta ishlash jarayonida polimerning issiqlik ta'sirida kirishishi tufayli polimer va to'ldirgich orasidagi bog'lar kuchsizlanib qolishi mumkin. Ushbu omillar kompozit mustahkamligini pasayishiga olib kelishi mumkin.

1. PKM larda paydo bo'ladigan yorishma yoki mikrotirqishlar **ikki tarzda o'sishi** mumkin: **tirqish zarrachani parchalab o'tishi mumkin**. Bunda, to'ldirgich zarrachasini parchalanishiga, albatta, ma'lum darajada energiya miqdori sarflanadi. Sarflanadigan energiya PKM ning mustahkamligiga proporsionaldir. Demak, kompozitning mustahkamligi katta bo'lsa, to'ldirgichni parchalanishiga ko'proq energiya sarflanadi. **Ikkinchi holatda** esa, tirqish polimer hajmi orqali, ya'ni to'ldirgich zarrachasini chetlab o'tishi mumkin. Natijada tirqishning o'sish traektoriyasi ortib boradi va ko'proq energiya sarflanadi. Demak, har ikkala holatda ham to'ldirgich zarrachasi tirqishning o'sishiga qarshilik ko'rsatadi. Bu esa kompozit mustahkamligini oshirish imkonini beradi.

Mustahkamligi polimer (matritsa) ning mustahkamligidan kichik to'ldirgichlarni (masalan, elastomer, gaz yoki havo pufakchalari) qo'shilganda, fazalararo chegara qatlami kuchsizlanib qoladi, o'sayotgan tirqishning uchi kengayib boradi va deformatsiyalanib, uning yanada rivojlanishiga to'ldirgich

qarshilik ko'rsatadi. Bu hodisani mo'rt bo'lmagan polimerlar asosida olingan ko'pikplastlarda yaqqol ko'rish mumkin: tirqish havo pufakchasiga to'qnashganda, o'sishdan to'xtaydi.

2. PKM larda kuchsiz fazalararo chegara qatlamning mavjudligi nafaqat tirqishga ta'sir etuvchi mexanik kuchlanishni, balki ichki kuchlanishlarning relaksatsiyasini (bo'shayib qolishini) ta'minlaydi. Demak, mustahkamlikni oshishiga yoki ichki kuchlanishlarning kamayishiga mo'rt va yuqori darajada ko'piklantirish usuli bilan ham erishish mumkin.

3. Fazalararo chegara qatlamining mustahkamligi va nuqsonsiz bo'lishi kompozit mustahkamligini oshiradi. Ushbu qatlamning kattaligi polimerning qattiq zarracha sirti bilan o'zaro ta'sir darajasiga ko'proq bog'liqdir. Ushbu qatlamning o'ziga xos tomoni shundaki, u polimerlarda juda uzun (katta) bo'ladi, chunki kiritilgan zarrachalarning o'lchami kichikdir, ya'ni zarrachalarning solishtirma yuzalari ($S, m^2/g$) nihoyatda katta bo'ladi. Masalan, polimer tarkibiga yuqori dispersli to'ldirgichdan atigi **0,1 – 0,5 %** kiritilishi polimerning butun hajmini kristallanishi uchun etarlidir. To'ldirgich miqdori oshgan sari, makromolekulalarning zarrachalar sirtiga orientirlanishiga va fazalararo chegara qatlamining yupqalanishiga va kompozit mustahkamligini pasayishiga olib keladi.

4. O'zaro ta'sirlanuvchi fazalar (polimer va to'ldirgich) bir-biridagi nuqsonlarni bartaraf etishlari ham mumkin. Masalan, qattiq jism sirtini polimer suyuqlanmasi yoki eritmasi bilan ho'llash yoki qoplama qilish yo'li bilan to'ldirgichning haqiqiy mustahkamligini, qolaversa, PKM ning mustahkamligini oshirish mumkin. Bunda to'ldirgich sirtidagi mikrotirqishchalar polimer bilan yopilib, ta'sir etuvchi kuchlanishning kattaligi pasayadi. Masalan, armirlovchi shisha tolalari va iplarining mustahkamligi qoplama qilinmagan (shimdirilmagan) tola va iplarnikidan **1,1-1.2 marotaba** kattadir.

Quyidagi **3 ta usullar** bilan to'ldirilgan polimer materiallarni hosil qilish mumkin.

1. Polimer eritmasiga qattiq to'ldirgich zarrachalarini kiritish yo'li bilan to'ldirilgan polimerlar hosil qilish mumkin Sanoatda ushbu usuldan kam qo'llaniladi, chunki to'ldirgich zarrachalarining zichligi eritmaning zichligidan katta bo'lganligi tufayli u eritmada cho'kishi mumkin. Bu bir jinsli kompozitsiyalar yaratish imkonini berolmaydi.

2. To'ldirgich yuzalarini faollashtirish yo'li bilan yuqori darajada to'ldirilgan polimer materiallar olish mumkin. Bunda to'ldirgich materiali yanchiladi, hosil bo'lgan kukunlar elaklar yordamida fraksiyalarga ajratiladi, kerakli fraksiyadagi kukunlar quritiladi va ular polimer kukunlari bilan aralashtirgandan so'ng, hosil bo'lgan kompozitsiyadan granulalar olinadi.

Hozirgi paytda poliolefinlar (ZYUPE, ZPPE, PP), PA, shuningdek, shishasimon amorf materiallar (PVX, PS, PK) ni organik va anorganik to'ldirgichlar bilan **50-60 %** ga to'ldirish jadal rivojlanib bormoqda. To'ldirgich sifatida kalsit ($CaSO_3$),

tuf, grafit, kaolin, perlit, talk, turli alyumosilikatlar, yog‘och uni, shisha tolalar, sintetik tolalar va boshqa materiallardan keng qo‘llaniladi.

Siljish deformatsiyasi ta’sirida to‘ldirgich materialini yanchish jarayonida sirti faollashgan kukunsimon zarrachalar hosil bo‘ladi. Zarrachalarning o‘lchami **7-10 mkm** ni tashkil etishi mumkin. Ushbu to‘ldirish usuliga, **aktivatsion to‘ldirish usuli** deyiladi. Poliolefinlar asosida olingan yuqori darajada to‘ldirilgan kompozitsion materiallarga, **komponorlar** deb ataladi. «**Komponor**» so‘zi rus tilidan olingan bo‘lib, «yangi organik kompozitsiyalar» demakdir.

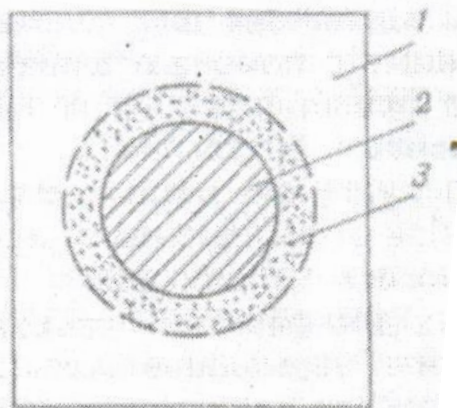
3. Polimerni sintez qilish jarayonida to‘ldirgich va katalizatorlardan qo‘shib, to‘ldirilgan polimer materiallari hosil qilish mumkin.

SHuni alohida ta’kidlash kerakki, to‘ldirilgan polimer materiallarida to‘ldirgich va polimer matritsasi orasida ko‘pincha vodorod bog‘lar hosil bo‘ladi. Ularning orasida kimyoviy bog‘larni yaratish va adgeziyani yaxshilash maqsadida to‘ldirgich zarrachalari appretlar yordamida kimyoviy ishlov beriladi. Ammo appretlarning narxi qimmat bo‘lib, ular qayta ishlov berish jarayonida bug‘lanishi mumkin.

Bundan tashqari, to‘ldirilgan polimer materialini qayta ishlash jarayonida (xususan, bosim ostida quyish va ekstruziyalash jarayonida) aylanib turuvchi shnek (chervyak) va material silindri kuchli siljish deformatsiya va ichki ishqalanishlar ta’sirida eyilishi mumkin. Xususan, qattiq to‘ldirgichlardan (masalan, metall kukunlardan) foydalanilganda, ushbu hodisani kuzatish mumkin. Bunday holatlarda chervyakni yangisiga almashtirishga to‘g‘ri keladi. Bu ortiqcha xarajatdir. Mana shu ko‘ngilsiz hodisalarni oldini olish uchun, to‘ldirgich zarrachalari sirtini iloji boricha faollashtirish, to‘ldirgich va polimer matritsa orasida yangi kimyoviy bog‘lar yaratish maqsadida polimerlanish jarayonida to‘ldirgich zarrachalarini kiritish yo‘li bilan modifikatsiyalangan to‘ldirgichlar olinadi. Bunda har bir zarracha polimer «**шуба**» si bilan qoplamalangan bo‘ladi. Polimerning molekulyar massasini o‘zgartirish yo‘li bilan zarracha sirtidagi qoplama (**шуба**) qalinligini o‘zgartirish mumkin. Polimerlanish usulida poliolefinlar asosida olingan kompozitsion materiallarga, **norplastlar** deb ataladi. «**Norplast**» so‘zi rus tilidan olingan bo‘lib, «yangi organik plastiklar» demakdir. Ushbu usulda olingan kompozitsiyalar tarkibida **50-97 % gacha** to‘ldirgichlar bo‘lishi mumkin. Norplastlarning **asosiy kamchiligi** shundan iboratki, kompozitsiya tarkibida to‘ldirgich miqdori **50-97 % (mas)** ni tashkil etganda, oquvchanligi keskin pasayadi. Ularni bosim ostida quyish va ekstruziyalash usullarida qayta ishlab bo‘lmaydi. Mana shu muammoni samarali echish uchun polimerlanish usulida olingan modifikatsiyalangan to‘ldirgichlarning o‘zini emas, balki ularni termoplastlarga qo‘shish va hosil bo‘lgan konsentratni qayta ishlash tavsiya etiladi. Ushbu konsentratni termoplastlar tarkibiga kiritish **30-60 % (mass)**

ga to'ldirilgan kompozitsion materiallarni hosil qilish imkonini beradi. Ularni nafaqat presslash, balki bosim ostida quyish va ekstruziyalash mumkin. Ekstruziyalangan va quyma buyumlarning mustahkamligi to'ldirilmagan polimerning mustahkamligiga nisbatan **1,5-3,0 marotaba katta** bo'lishi mumkin. Hozirgi paytda ilmiy adabiyotlarda to'ldirilgan polimerlarning **ikki va uch fazali modellari** tavsiya etilgan. Ushbu modellar polimerning qattiq jism, ya'ni to'ldirgich sirtida o'zaro adsorbsion ta'sirlanishlaridan kelib chiqadi. Polimer tarkibiga to'ldirgich kiritilganda, uning sirtida tizimi va xossalari o'zgargan polimerning fazalararo qatlami hosil bo'ladi. Fazalararo chegara qatlamida polimerning qovushqoqligi katta va molekulyar harakatchanligi kichik bo'lib, makromolekulalar to'ldirgich sirtida orientirlangan bo'ladi. Ushbu qatlamning qalinligi o'zaro adsorbsion ta'sirlanuvchi fazalar (ya'ni, polimer va to'ldirgich) ning tabiatiga, ulushiga, va o'lchamlariga, sirtining g'adir-budirligiga va texnologik omillar (T , R , kristallanish davomiyligi) ga chambarchas bog'liq bo'lib, **$100-300 \text{ \AA}$** dan **o'nlab mkm** ni tashkil etishi mumkin. Polimer tarkibida to'ldirgich miqdori oshgan sari, qatlamning qalinligi yupqalanib boradi.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, fazalararo chegara qatlami shartli ravishda alohida faza sanalishi mumkin, chunki qattiq jism (to'ldirgich) ning xossalari o'lchamlariga bog'liq bo'lib, chegaradagi polimer qatlamining o'zi bir jinsli emas.



Dispersli to'ldirgichlar bilan to'ldirilgan polimerning modeli:
 1- polimer matritsasi; 2-to'ldirgich zarrachasi; 3- o'tish qatlami (fazalararo qatlam).

Ilmiy adabiyotlarda to'ldirilgan kompozitsiyaning polimer qismini **3 ta mustaqil qismlarga bo'lib** tasvirlash tavsiya etilmokda.

1. Polimerning erkin qismi yoki hajmi (ya'ni, to'ldirgich ta'sirisiz qismi yoki hajmi).
2. Ikkala qo'shni to'ldirgich zarrachalari orasida joylashgan polimer.

3. Polimer va to'ldirgich orasidagi chegarada hosil bo'lgan fazalararo qatlam.

Kompozitsiyaning nuqsondorligi to'ldirgichning tabiati va miqdoriga hamda o'lchamlariga bog'liqdir. Fazalararo chegara qatlamida polimer ko'piklamaydi, chunki bu qatlamda polimerning qovushqoqligi katta va molekulyar harakatchanligi kichik bo'lib, makromolekulalar to'ldirgich sirtida orientirlangandir. Erkin va to'ldirgichdan uzoqroq hajmni egallagan polimer (to'ldirgich zarrachalari orasidagi polimer) ko'piklanishi mumkin. Polimerlarni to'ldirish uchun qo'llaniladigan barcha to'ldirgichlarni o'lchamlariga, solishtirma yuzalariga, kompozitsion materialdagi maksimal ulushiga, ularning polimer hajmida o'zaro to'planib qolish (aglomeratlar hosil qilish) qobiliyatiga, fazalararo chegaraning qalinligiga, uning kompozitsion materialdagi ulushiga va ichki kuchlanishlar darajasining ulushiga qarab, **quyidagi 3 ta guruhlar**ga bo'lish mumkin.

1. Dag'al dispersli to'ldirgichlar. Ularning diametri **40 mkm dan katta** bo'ladi.

2. O'rtacha dispersli to'ldirgichlar. Ularning diametri $10 \geq d \geq 40$ mkm atrofida bo'ladi.

3. YUqori dispersli to'ldirgichlar. Ularning diametri **10 mkm dan kichik** bo'ladi.

SHuni ham inobatga olish kerakki, to'ldirgich o'lchamining haddan tashqari kichik bo'lishi maqsadga muvofiq emas, chunki bunda ular polimer hajmida o'zaro to'planib qolib, kichik guvalacha (aglomerat) lar hosil qilib, kompozitsiya nuqsondorligini oshirib yuborishi mumkin. Natijada mustahkamlik pasayadi. Kompozitsiyada bog'lovchi polimer sarfini kamaytirish asosiy maqsad qilib qo'yilgan bo'lsa, unda o'rtacha va dag'al dispersli to'ldirgichlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Ma'lumki, kristallanuvchan polimerlarda chegara qatlamining qalinligi sferolitlar o'lchami $(5-10) \cdot 10^{-6}$ m ga teng bo'lishi mumkin. Ammo kompozitsiya tarkibida to'ldirgich miqdori oshganda, qattiq zarrachalar orasidagi masofa sferolitlar o'lchamiga nisbatan kichik bo'ladi va polimer qattiq sirt ta'sirida qoladi, ya'ni u chegara qatlamida joylashadi. Polimerning tizimi va xossalari chegara qatlami hududida to'ldirgich sirtidan fazalararo chegarasigacha bo'lgan masofaga, ya'ni fazalararo chegaraning uzoqligiga bog'liq bo'ladi. Ushbu miqdorda to'ldirilgan va chegara qatlami holatiga o'tgan polimer sistemalar, yuqori darajada to'ldirilgan polimerlar deb ataladi.

YUqori darajada to'ldirilgan polimer deganda, shunday sistemalar tushuniladiki, ularda polimer komponenti chegara qatlami holatiga to'liq o'tgan bo'lib, qatlamning qalinligi suyuqlanmadagi makromolekulyar chigal (tugun) ning o'lchamidan katta bo'ladi.

Quyidagi **4 ta usullar** yordamida polimer kukunlarini olish mumkin.

1. Polimerlarni sintez qilish usuli yordamida.
2. Polimer suyuqlanmasini purkash usuli yordamida.
3. Eritmadan polimerni kimyoviy cho'ktirish usuli yordamida.
4. Mexanik usul yordamida.

Qayta ishlanadigan materiallarning eng muhim texnologik tavsif-nomalaridan biri ularning o'lchamlari hisoblanadi. Odatda, termoplastlarning qayta ishlash xom-ashyolari granula shaklida bo'lib, ularning o'lchamlari **3-5mm** ni tashkil etishi mumkin. Ammo shunday holatlar ham bo'ladiki, bazi bir jarayonlarning kechishi uchun granula o'lchamiga nisbatan **10-100 marotaba kichik** bo'lgan zarrachalar, yani yuqori dispersli kukunlar kerak bo'lib qoladi. Bunday kukunlar bevosita polimerni sintez qilish jarayonida (masalan, PS, PVX, ZYUPE larni sintez qilish jarayonida) hosil bo'ladi. Olinadigan kukunlarning shakli va o'lchamlari (dispersligi) polimerlanish usuli (suspensiyada, emulsiyada, eritgichda, gaz fazada va boshqa usullar) ga bog'liq bo'ladi. Polimer kukunlarini olishning yana bir usuli polimer suyuqlanmasini purkash usulidir. Buning uchun suyuqlanmani avtoklavda issiq suv bilan aralashtirib, hosil bo'lgan aralashma kallak (soplo) orqali yuqori bosim ostida purkaladi. Kallakdan chiqishda bosimni pasayishi tufayli aralashmaning harorati keskin pasayib ketadi va qattiq kukunsimon mahsulot ajralib chiqadi. Polimer suyuqlanmasini issiq suv bilan aralashtirish aralashma qovushqoqligini 2-3 marotaba pasaytirish imkonini beradi, polimerning aralashmadagi konsentratsiyasi esa 0,1% dan oshmaydi. Purkash natijasida tomchilarning o'rtacha o'lchami 20-60 mm ni tashkil etganda, polimer kukunlarining o'lchami 2-6 mkm atrofida bo'lishi mumkin.

“Kompozitsiya” so'zi lotin tilidan olingan bo'lib, “tuzish”, “joylashtirish” demakdir. “Polimerlar fizikasi va kimyosi” kursidan ma'lumki, polimer materiallari qattiq holatida ham, suyuqlantirilgan holatida ham, ideal jism hisoblanmaydi. Chunki ularni (xususan, termoplastlarni) deformatsiyalaganda, elastik qattiq jism va nyuton suyuqliklari xossalarini namoyon qiladi. Shuning uchun polimer materiallari qovushqoq elastik jismlar hisoblanadi. Polimer materiallarining mexanik xossalari bir qator o'zaro ta'sirlanuvchi tizim omillariga (masalan, ularning molekulyar massalariga, polimer zanjirlarining tarmoqlanganligiga, makromolekulalarning bukiluvchanligiga, molekulalararo kuchlarga, kristallarning tuzilishiga, kristallik darajasiga va zanjirlarning tartiblanganlik darajasiga) chambarchas bog'liqdir. Polimer materialining tizimi va xossalarini yaxshilash (modifikatsiyalash) ning samarali usullaridan biri - tarkibiga to'ldirgichlar kiritish hisoblanadi.

To'ldirgichlarni polimer materiali tarkibiga kiritish, ya'ni polimer kompozitsiyani yaratishdan asosiy maqsad - ularning fizik-kimyoviy, mexanik, termik, elektrik, friksion (ishqalanish) va boshqa xossalarini yaxshilashdan iborat.

Polimer mustahkamligini oshirishga, to'ldirgichning kuchaytiruvchi ta'siri deyiladi. Materialni kuchaytirish deganda, polimerning mustahkamligi va elastiklik moduli (YUng moduli) ga nisbatan bikirligi va mustahkamligi katta bo'lgan qattiq fazani kiritish hisobiga, YUng moduli va mustahkamlik ko'rsatkichlarini oshirish tushuniladi. SHuni ham inobatga olish kerakki, ma'lum bir to'ldirgich turini kristallanuvchan va kristallanmaydigan polimer materialiga kiritilganda, u ularning birini kuchaytirs, ikkinchisini kuchsizlantirib qo'yishi ham mumkin. CHunki kristallanmaydigan polimerlarni cho'zish paytida ular kristallanib, hosil bo'lgan kristallitlar polimer hajmida faol to'ldirgich vazifasini ado etishi mumkin. Natijada polimer kompozitsiyasining mustahkamligi oshadi. To'ldirgichlarni kuchaytiruvchi (faol) va kuchsizlantiruvchi (faolmas) guruhlariga bo'lish nihoyatda shartlidir. Faolmas to'ldirgichlardan faqatgina material rangini o'zgartirish, uni narxini pasaytirish va boshqa maqsadlarda qo'llaniladi. Polimer kompozitsion materiallar (PKM) deganda, ikki va undan ortiq komponent (tarkibiy qism) li geterofazli polimer sistemalari tushuniladi; bunda bitta komponent (polimer) matritsa hisoblanadi, uning hajmida chegaralovchi fazalararo qatlam bilan qurshalgan boshqa komponent yoki komponentlar (to'ldirgich zarrachalari) muayyan tartibda taqsimlangan bo'ladi. Polimer kompozitsion material (kompozit) da har bir komponent haqiqiy eritmalaridagi komponentlardan farqli o'larok, o'z individualligini saqlab koladi, ya'ni kompozitdagi har bir komponent o'z hajmiga ega bo'lib, alohida fazani tashkil etadi. Har bir fazaning xususiyati esa, alohida olingan komponentning xususiyatidek hisoblash mumkin. Polimer kompozitsion materiallarda "polimer - to'ldirgich" sistemasining fazalararo chegara qatlamida kechadigan jarayonlar katta ilmiy ahamiyatga ega. "Polmer - qattiq to'ldirgich" fazalararo chegarasida qattiq sirtida orientirlangan polimerning yupqa qatlami hosil bo'lib, unda relaksatsion jarayonlar kuchsizlangan bo'ladi. Orientirlangan qatlam va to'ldirgichning qattiq sirti orasida, odatda, vodorod bog'lar paydo bo'ladi. Ushbu qatlamning xossalari (qalinligi, zichligi, hajmi, orientirlanganligi, relaksatsion xossalari, g'ovakligi va h.) boshqa hajmdagi polimerning xossalaridan tubdan farq qiladi. SHuni ham alohida ta'kidlash kerakki, PKM ning tizimi va xossalarini tushuntirishda fazalararo chegara qatlamida kechadigan jarayonlar inobatga olinadi va shu qatlam xossalarining o'zgarishi bilan izohlanadi. Hozirgi paytda sifatli, mustahkam va ishga chidamli PKM yaratish uchun polimerlar tarkibiga nafaqat qattiq organik va anorganik materiallar, balki turli gazlardan, suyuq moddalardan ham kiritiladi. YUng moduli polimer materialining YUng modulidan farqlanadigan barcha moddalardan tarkib topilgan materiallar,

PKM guruhiga kiritiladi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, sanoatda va kundalik hayotimizda konstruksion materiallarning quyidagi 3 turlarini uchratish mumkin.

1. Metall konstruksion materiallar.
2. Keramik konstruksion materiallar.
3. Polimer konstruksion materiallar.

Konstruksion materiallardan asosan yuklama kattaligi, uning ta'sir ko'rsatish davomiyligi, qayishqoqlik va oqishning oniy moduli, ya'ni deformatsiyaning boshlang'ich va oxirgi qiymatlari (xizmat muddatining ibtidosi va oxirida), buyumning moddiy sig'imi (massasi), uning issiqqa chidamliligi, yorilishga chidamliligi va boshqa shunga o'xshagan muayyan talablarga javob bergan holda, mexanik (statik va dinamik) kuchlar ta'sirida qarshilik ko'rsatish maqsadida qo'llaniladi. SHuni ham inobatga olish kerakki, metall konstruksion materiallar negizini ularning qotishmalari tashkil etadi. Bunda, ko'pchilik holatlarda qo'shilgan metall yoki keramika materialining o'lchamlari 10-100 nm ni tashkil etishi mumkin. SHuning uchun metall qotishmalari kompozitlar sanaladi. Keramik konstruksion materiallar guruhiga texnik shishalar, oddiy keramika va betonlar kiradi. Ba'zan kompozitlar olish uchun matritsa sifatida texnik shishalardan ishlatiladi. Oddiy keramika va beton ham kompozitsion materiallar sanaladi. Polimer kompozitsion materiallar negizini polimer materiallari asosida olingan kompozitlar tashkil etadi. Metall qotishmalaridan farqli o'laroq, polimer aralashmalari, to'ldirilgan polimerlar, ko'pikplastlar kompozitlarning tipik vakillari hisoblanadilar.

Quyidagi rasmda polimer kompozitsion materiallarning tasnifi keltirilgan.

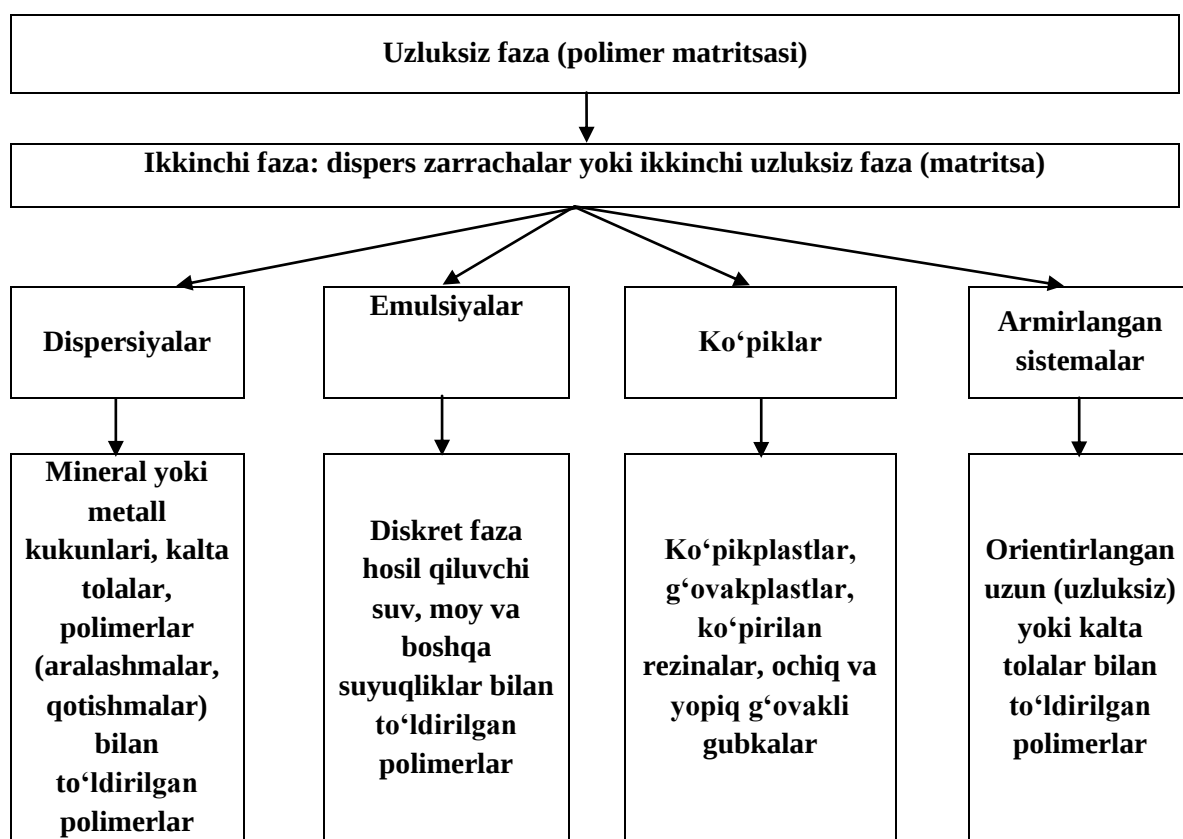
Ushbu rasmdan quyidagi xulosalarni keltirib chiqarish mumkin.

1. Ushbu PKM larda matritsa vazifasini polimer bajaradi va ularning xususiyatlari dastavval, polimer matritsaning fizik holatiga, kimyoviy tarkibiga va tuzilishiga bog'liq bo'ladi.
2. PKM lar xususiyatlarining farqi ikkinchi fazaning kimyoviy tabiatiga, zarrachalarning miqdoriga, shakli va o'lchamiga (kalta va uzluksiz armirlovchi tolalarning o'lchamiga) va polimer matritsada qay darajada orientirlanganligiga bog'liq bo'ladi.

Polimer kompozitsion materiallarning «toza» (to'ldirilmagan) polimer materiallariga nisbatan afzalliklari quyidagilardan iborat:

1. Aksariyat holatlarda PKM larning mustahkamligi to'ldirilmagan polimer materialining mustahkamligidan yuqori bo'ladi. Buning asosiy sababi -to'ldirgich sirtida polimerning orientirlangan qatlamining hosil bo'lishidir. Ushbu qatlamning tartiblangan tizimi mustahkamlikni oshishiga olib keladi. Bundan tashqari, to'ldirgichning kuchaytiruvchi ta'siri quyidagi holatlarda yaqqol namoyon bo'lishi mumkin:

- to'ldirgich zarrachalarning mexanik mustahkamligi polimerning mustahkamligidan katta bo'lganda;
- to'ldirgich zarrachalari polimer eritmasi yoki suyuqlanmasida yaxshi ho'llaganda;
- to'ldirgichning sirti g'adir-budirliklarga boy bo'lganda;
- har bir zarracha polimerning yupqa qatlami bilan qurshab olinganda, ya'ni qoplamalaganda;
- zarrachalararo bo'shliqlar, to'ldirgichdagi g'ovak va yorishmalar polimer suyuqlanmasi bilan to'lganda;
- to'ldirgich zarrachalari va polimer-matritsa orasida kimyoviy bog'lar hosil bo'lganda;
- to'ldirgich zarrachalari polimer matritsa hajmida bir tekis taqsimlanganda;
- buyumni shakllantirish jarayonida (xususan, uni sovutish paytida) ustmolekulyar tuzilmalar (sferolitlar, fibrillar va b.) ning kerakli o'lchamlariga erishilganda.



Polimer kompozitsion materiallarning tasnifi.

2. Kompozit tarkibiga kiruvchi qo'shilma moddalarning miqdori, o'lchami, turi va qayta ishlash usulini to'g'ri tanlash yo'li bilan buyumga kerakli xossalarni berish mumkin.
3. Kiritiladigan qo'shilma moddalar (masalan, to'ldirgichlar yoki plasti-fikatorlar) hisobiga PKM narxini arzonlashtirish mumkin.

4. Polimer tarkibiga kiritiladigan qo'shilmalar hisobiga polimer xom-ashyolarni tejash mumkin.

PKM kamchiliklardan xoli emas.

1. YUng moduli polimer materialining YUng modulidan farqlanadigan har qanday moddalarni polimer tarkibiga kiritilishi polimer matritsa va zarracha orasidagi fazalararo chegarada ichki kuchlanishlarni hosil bo'lishiga olib keladi. Bu xodisa polimer tarkibiga qattiq zarrachalar yoki gaz kiritilganda ham yuz beraveradi. Fazalararo chegara qatlamida kuchlanishning mavjudligi mikroyorishmalarni hosil bo'lishiga va keyinchalik kattaroq tirqish yoki yoriq hosil bo'lishiga, hamda kompozitsiyani parchalanishiga olib keladi.

2. Polimer matritsaning issiqlikdan kengayish chiziqli koeffitsienti (α_M) va to'ldirgich materialining issiqlikdan kengayish chiziqli koeffitsienti (α_F) dan kattadir. Har qanday qayta ishlash usuli bilan buyum olganda, uning isishi va sovish jarayonlari birgalikda kechadi. Issiqlikdan kengayish chiziqli koeffitsientlarning turlicha bo'lishi kompozitda ichki kuchlanishlarni hosil bo'lishiga olib keladi. Natijada mustahkamlik pasayadi.

3. Qo'shilma (to'ldirgich) miqdori oshgan sari, PKM mo'rtlashib qoladi. Masalan, ZYUPEning parchalanish paytidagi nisbiy deformatsiyasi 600-700 % ni tashkil etishi mumkin. Ammo tarkibiga 50 % bo'r zarrachalaridan kiritilgan ZYUPE ning parchalanish paytidagi nisbiy deformatsiyasi 20 % dan oshmaydi. Agar «toza» polimer materialini va uning asosida olingan kompozitni bir xil uzunlikka cho'zsak, kompozit tarkibidagi matritsa to'ldirgich ishtirokisiz berilgan deformatsiyani ta'minlaydi. SHuning uchun u individual polimerga nisbatan ko'proq deformatsiyaga uchraydi. To'ldirgich miqdori ortishi bilan matritsaning ko'proq deformatsiyalanishi fazalararo chegara qatlamining zarracha sirtidan uzilishiga va kompozit g'ovakligining ortishiga, ya'ni kompozitda mikronuqsonlarning paydo bo'lishiga olib keladi.

4. Agar polimer tarkibiga mustahkamligi kichik bo'lgan to'ldirgichlarni (masalan, elastomerni) qo'shsak, yuklama ta'sir qilayotgan yuza kuchsizlanib qoladi. Boshqacha aytganda, to'ldirgich va polimer orasidagi adgeziya polimer mustahkamligidan kichik bo'lganda, materialning parchalanishi polimer-to'ldirgich fazalararo chegara qatlamida yuz beradi. Natijada materialning mustahkamligi pasayadi. CHunki, birinchidan, fazalararo chegara qatlamida katta ichki kuchlanishlar paydo bo'ladi; ikkinchidan, fazalararo chegara qatlamida nuqsonlar (defektlar) konsentratsiyasi polimer hajmiga qaraganda ko'proq bo'ladi; uchinchidan, qayta ishlash jarayonida polimerning issiqlik ta'sirida kirishishi tufayli polimer va to'ldirgich orasidagi bog'lar kuchsizlanib qolishi mumkin. Ushbu omillar kompozit mustahkamligini pasayishiga olib kelishi mumkin.

Polimer kompozitsion materiallarning xususiyatlarini yaxshilovchi omillari.

1. PKM larda paydo bo'ladigan yorishma yoki mikrotirqishlar **ikki tarzda o'sishi** mumkin: **tirqish zarrachani parchalab o'tishi** mumkin. Bunda, to'ldirgich zarrachasini parchalanishiga, albatta, ma'lum darajada energiya miqdori sarflanadi. Sarflanadigan energiya PKM ning mustahkamligiga proporsionaldir. Demak, kompozitning mustahkamligi katta bo'lsa, to'ldirgichni parchalanishiga ko'proq energiya sarflanadi. **Ikkinchi holatda** esa, tirqish polimer hajmi orqali, ya'ni to'ldirgich zarrachasini chetlab o'tishi mumkin. Natijada tirqishning o'sish traektoriyasi ortib boradi va ko'proq energiya sarflanadi. Demak, har ikkala holatda ham to'ldirgich zarrachasi tirqishning o'sishiga qarshilik ko'rsatadi. Bu esa kompozit mustahkamligini oshirish imkonini beradi. Mustahkamligi polimer (matritsa) ning mustahkamligidan kichik to'ldirgichlarni (masalan, elastomer, gaz yoki havo pufakchalari) qo'shilganda, fazalararo chegara qatlami kuchsizlanib qoladi, o'sayotgan tirqishning uchi kengayib boradi va deformatsiyalanib, uning yanada rivojlanishiga to'ldirgich qarshilik ko'rsatadi. Bu hodisani mo'rt bo'lmagan polimerlar asosida olingan ko'pikplastlarda yaqqol ko'rish mumkin: tirqish havo pufakchasiga to'qnashganda, o'sishdan to'xtaydi.

2. PKM larda kuchsiz fazalararo chegara qatlamning mavjudligi nafaqat tirqishga ta'sir etuvchi mexanik kuchlanishni, balki ichki kuchlanishlarning relaksatsiyasini (bo'shayib qolishini) ta'minlaydi. Demak, mustahkamlikni oshishiga yoki ichki kuchlanishlarning kamayishiga mo'rt va yuqori darajada ko'piklantirish usuli bilan ham erishish mumkin.

3. Fazalararo chegara qatlamining mustahkamligi va nuqsonsiz bo'lishi kompozit mustahkamligini oshiradi. Ushbu qatlamning kattaligi polimerning qattiq zarracha sirti bilan o'zaro ta'sir darajasiga ko'proq bog'liqdir. Ushbu qatlamning o'ziga xos tomoni shundaki, u polimerlarda juda uzun (katta) bo'ladi, chunki kiritilgan zarrachalarning o'lchami kichikdir, ya'ni zarrachalarning solishtirma yuzalari ($S, m^2/g$) nihoyatda katta bo'ladi. Masalan, polimer tarkibiga yuqori dispersli to'ldirgichdan atigi 0,1 – 0,5 % kiritilishi polimerning butun hajmini kristallanishi uchun etarlidir. To'ldirgich miqdori oshgan sari, makromolekulalarning zarrachalar sirtiga orientirlanishiga va fazalararo chegara qatlamining yupqalanishiga va kompozit mustahkamligini pasayishiga olib keladi.

4. O'zaro ta'sirlanuvchi fazalar (polimer va to'ldirgich) bir-biridagi nuqsonlarni bartaraf etishlari ham mumkin. Masalan, qattiq jism sirtini polimer suyuqlanmasi yoki eritmasi bilan ho'llash yoki qoplama qilish yo'li bilan to'ldirgichning haqiqiy mustahkamligini, qolaversa, PKM ning mustahkamligini oshirish mumkin. Bunda to'ldirgich sirtidagi mikrotirqishchalar polimer bilan yopilib, ta'sir etuvchi kuchlanishning kattaligi pasayadi. Masalan, armirlovchi shisha tolalari va iplarining mustahkamligi qoplama qilinmagan (shimdirilmagan) tola va iplarnikidan 1,1-1.2 marotaba kattadir.

Quyidagi **3 ta usullar** bilan to'ldirilgan polimer materiallarni hosil qilish mumkin.

1. Polimer eritmasiga qattiq to'ldirgich zarrachalarini kiritish yo'li bilan to'ldirilgan polimerlar hosil qilish mumkin Sanoatda ushbu usuldan kam qo'llaniladi, chunki to'ldirgich zarrachalarining zichligi eritmaning zichligidan katta bo'lganligi tufayli u eritmada cho'kishi mumkin. Bu bir jinsli kompozitsiyalar yaratish imkonini berolmaydi.

2. To'ldirgich yuzalarini faollashtirish yo'li bilan yuqori darajada to'ldirilgan polimer materiallar olish mumkin. Bunda to'ldirgich materiali yanchiladi, hosil bo'lgan kukunlar elaklar yordamida fraksiyalarga ajratiladi, kerakli fraksiyadagi kukunlar quritiladi va ular polimer kukunlari bilan aralashtirgandan so'ng, hosil bo'lgan kompozitsiyadan granulalar olinadi.

Hozirgi paytda poliolefinlar (ZYUPE, ZPPE, PP), PA, shuningdek, shishasimon amorf materiallar (PVX, PS, PK) ni organik va anorganik to'ldirgichlar bilan 50-60 % ga to'ldirish jadal rivojlanib bormoqda. To'ldirgich sifatida kalsit (CaSO_3), tuf, grafit, kaolin, perlit, talk, turli alyumosilikatlar, yog'och uni, shisha tolalar, sintetik tolalar va boshqa materiallardan keng qo'llaniladi.

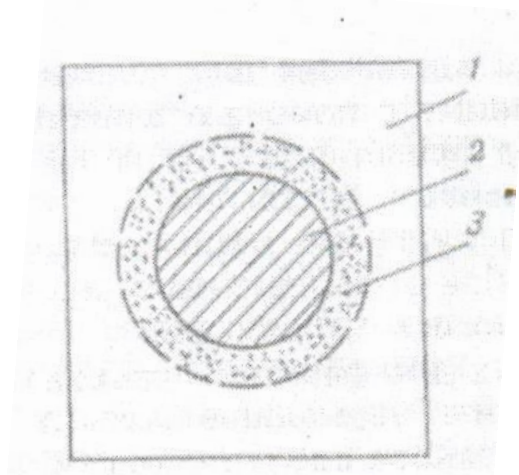
Siljish deformatsiyasi ta'sirida to'ldirgich materialini yanchish jarayonida sirti faollashgan kukunsimon zarrachalar hosil bo'ladi. Zarrachalarning o'lchami 7-10 mkm ni tashkil etishi mumkin. Ushbu to'ldirish usuliga, aktivatsion to'ldirish usuli deyiladi. Poliolefinlar asosida olingan yuqori darajada to'ldirilgan kompozitsion materiallarga, komponorlar deb ataladi. «Komponor» so'zi rus tilidan olingan bo'lib, «yangi organik kompozitsiyalar» demakdir.

3. Polimerni sintez qilish jarayonida to'ldirgich va katalizatorlardan qo'shib, to'ldirilgan polimer materiallari hosil qilish mumkin.

SHuni alohida ta'kidlash kerakki, to'ldirilgan polimer materiallarida to'ldirgich va polimer matritsasi orasida ko'pincha vodород bog'lar hosil bo'ladi. Ularning orasida kimyoviy bog'larni yaratish va adgeziyani yaxshilash maqsadida to'ldirgich zarrachalari appretlar yordamida kimyoviy ishlov beriladi. Ammo appretlarning narxi qimmat bo'lib, ular qayta ishlov berish jarayonida bug'lanishi mumkin. Bundan tashqari, to'ldirilgan polimer materialini qayta ishlash jarayonida (xususan, bosim ostida quyish va ekstruziyalash jarayonida) aylanib turuvchi shnek (chervyak) va material silindri kuchli siljish deformatsiya va ichki ishqalanishlar ta'sirida eyilishi mumkin. Xususan, qattiq to'ldirgichlardan (masalan, metall kukunlardan) foydalanilganda, ushbu hodisani kuzatish mumkin. Bunday holatlarda chervyakni yangisiga almashtirishga to'g'ri keladi. Bu ortiqcha xarajatdir. Mana shu ko'ngilsiz hodisalarni oldini olish uchun, to'ldirgich zarrachalari sirtini iloji boricha faollashtirish, to'ldirgich va polimer matritsa orasida yangi kimyoviy bog'lar yaratish maqsadida polimerlanish jarayonida to'ldirgich zarrachalarini kiritish yo'li bilan modifikatsiyalangan to'ldirgichlar olinadi. Bunda har bir zarracha polimer «матрица» si bilan qoplamalangan bo'ladi.

Polimerning molekulyar massasini o'zgartirish yo'li bilan zarracha sirtidagi qoplama (uquba) qalinligini o'zgartirish mumkin.

Polimerlanish usulida poliolefinlar asosida olingan kompozitsion materiallarga, norplastlar deb ataladi. «Norplast» so'zi rus tilidan olingan bo'lib, «yangi organik plastiklar» demakdir. Ushbu usulda olingan kompozitsiyalar tarkibida 50-97 % gacha to'ldirgichlar bo'lishi mumkin. Norplastlarning asosiy kamchiligi shundan iboratki, kompozitsiya tarkibida to'ldirgich miqdori 50-97 % (mas) ni tashkil etganda, oquvchanligi keskin pasayadi. Ularni bosim ostida quyish va ekstruziyalash usullarida qayta ishlab bo'lmaydi. Mana shu muammoni samarali echish uchun polimerlanish usulida olingan modifikatsiyalangan to'ldirgichlarning o'zini emas, balki ularni termoplastlarga qo'shish va hosil bo'lgan konsentratni qayta ishlash tavsiya etiladi. Ushbu konsentratni termoplastlar tarkibiga kiritish 30-60 % (mass) ga to'ldirilgan kompozitsion materiallarni hosil qilish imkonini beradi. Ularni nafaqat presslash, balki bosim ostida quyish va ekstruziyalash mumkin. Ekstruziyalangan va quyma buyumlarning mustahkamligi to'ldirilmagan polimerning mustahkamligiga nisbatan 1,5-3,0 marotaba katta bo'lishi mumkin. Hozirgi paytda ilmiy adabiyotlarda to'ldirilgan polimerlarning ikki va uch fazali modellari tavsiya etilgan. Ushbu modellar polimerning qattiq jism, ya'ni to'ldirgich sirtida o'zaro adsorbsion ta'sirlanishlaridan kelib chiqadi. Polimer tarkibiga to'ldirgich kiritilganda, uning sirtida tizimi va xossalari o'zgargan polimerning fazalararo qatlami hosil bo'ladi. Fazalararo chegara qatlamida polimerning qovushqoqligi katta va molekulyar harakatchanligi kichik bo'lib, makromolekulalar to'ldirgich sirtida orientirlangan bo'ladi. Ushbu qatlamning qalinligi o'zaro adsorbsion ta'sirlanuvchi fazalar (ya'ni, polimer va to'ldirgich) ning tabiatiga, ulushiga, va o'lchamlariga, sirtining g'adir-budirligiga va texnologik omillar (T , R , kristallanish davomiyligi) ga chambarchas bog'liq bo'lib, 100-300 Å⁰ dan o'nlab mkm ni tashkil etishi mumkin. Poli-mer tarkibida to'ldirgich miqdori oshgan sari, qatlamning qalinligi yupqalanib boradi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, fazalararo chegara qatlami shartli ravishda alohida faza sanalishi mumkin, chunki qattiq jism (to'ldirgich) ning xossalari o'lchamlariga bog'liq bo'lib, chegaradagi polimer qatlamining o'zi bir jinsli emas.



Dispersli to'ldirgichlar bilan to'ldirilgan polimerning modeli: 1- polimer matritsasi; 2-to'ldirgich zarrachasi; 3- o'tish qatlami (fazalararo qatlam).

Ilmiy adabiyotlarda to'ldirilgan kompozitsiyaning polimer qismini 3 ta mustaqil qismlarga bo'lib tasvirlash tavsiya etilmokda.

1. Polimerning erkin qismi yoki hajmi (ya'ni, to'ldirgich ta'sirisiz qismi yoki hajmi).
2. Ikkala qo'shni to'ldirgich zarrachalari orasida joylashgan polimer.
3. Polimer va to'ldirgich orasidagi chegarada hosil bo'lgan fazalararo qatlam.

Kompozitsiyaning nuqsondorligi to'ldirgichning tabiati va miqdoriga hamda o'lchamlariga bog'liqdir. Fazalararo chegara qatlamida polimer ko'piklamaydi, chunki bu qatlamda polimerning qovushqoqligi katta va molekulyar harakatchanligi kichik bo'lib, makromolekulalar to'ldirgich sirtida orientirlangandir. Erkin va to'ldirgichdan uzoqroq hajmni egallagan polimer (to'ldirgich zarrachalari orasidagi polimer) ko'piklanishi mumkin. Polimerlarni to'ldirish uchun qo'llaniladigan barcha to'ldirgichlarni o'lchamlariga, solishtirma yuzalariga, kompozitsion materialdagi maksimal ulushiga, ularning polimer hajmida o'zaro to'planib qolish (aglomeratlar hosil qilish) qobiliyatiga, fazalararo chegaraning qalinligiga, uning kompozitsion materialdagi ulushiga va ichki kuchlanishlar darajasining ulushiga qarab, quyidagi 3 ta guruhlariga bo'lish mumkin.

1. Dag'al dispersli to'ldirgichlar. Ularning diametri 40 mkm dan katta bo'ladi.
2. O'rtacha dispersli to'ldirgichlar. Ularning diametri $10 \geq d \geq 40$ mkm atrofida bo'ladi.
3. YUqori dispersli to'ldirgichlar. Ularning diametri 10 mkm dan kichik bo'ladi.

SHuni ham inobatga olish kerakki, to'ldirgich o'lchamining haddan tashqari kichik bo'lishi maqsadga muvofiq emas, chunki bunda ular polimer hajmida o'zaro to'planib qolib, kichik guvalacha (aglomerat) lar hosil qilib, kompozitsiya nuqsondorligini oshirib yuborishi mumkin. Natijada mustahkamlik pasayadi. Kompozitsiyada bog'lovchi polimer sarfini kamaytirish asosiy maqsad qilib qo'yilgan bo'lsa, unda o'rtacha va dag'al dispersli to'ldirgichlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Ma'lumki, kristallanuvchan polimerlarda chegara qatlamining qalinligi sferolitlar o'lchami $(5-10) \cdot 10^{-6}$ m ga teng bo'lishi mumkin. Ammo kompozitsiya tarkibida to'ldirgich miqdori oshganda, qattiq zarrachalar orasidagi masofa sferolitlar

o'lchamiga nisbatan kichik bo'ladi va polimer qattiq sirt ta'sirida qoladi, ya'ni u chegara qatlamida joylashadi. Polimerning tizimi va xossalari chegara qatlami hududida to'ldirgich sirtidan fazalararo chegarasigacha bo'lgan masofaga, ya'ni fazalararo chegaraning uzoqligiga bog'liq bo'ladi. Ushbu miqdorda to'ldirilgan va chegara qatlami holatiga o'tgan polimer sistemalarga, yuqori darajada to'ldirilgan polimerlar deb ataladi.

Yuqori darajada to'ldirilgan polimer deganda, shunday sistemalar tushuniladiki, ularda polimer komponenti chegara qatlami holatiga to'liq o'tgan bo'lib, qatlamning qalinligi suyuqlanmadagi makromolekulyar chigal (tugun) ning o'lchamidan katta bo'ladi.

Quyidagi **4 ta usullar** yordamida polimer kukunlarini olish mumkin.

1. Polimerlarni sintez qilish usuli yordamida.
2. Polimer suyuqlanmasini purkash usuli yordamida.
3. Eritmadan polimerni kimyoviy cho'ktirish usuli yordamida.
4. Mexanik usul yordamida.

Qayta ishlanadigan materiallarning eng muhim texnologik tavsif-nomalaridan biri ularning o'lchamlari hisoblanadi. Odatda, termoplastlarning qayta ishlash xom-ashyolari granula shaklida bo'lib, ularning o'lchamlari 3-5mm ni tashkil etishi mumkin. Ammo shunday holatlar ham bo'ladi, bazi bir jarayonlarning kechishi uchun granula o'lchamiga nisbatan 10-100 marotaba kichik bo'lgan zarrachalar, ya'ni yuqori dispersli kukunlar kerak bo'lib qoladi. Bunday kukunlar bevosita polimerni sintez qilish jarayonida (masalan, PS, PVX, ZYUPE larni sintez qilish jarayonida) hosil bo'ladi. Olinadigan kukunlarning shakli va o'lchamlari (dispersligi) polimerlanish usuli (suspensiyada, emulsiyada, eritgichda, gaz fazada va boshqa usullar) ga bog'liq bo'ladi. Polimer kukunlarini olishning yana bir usuli polimer suyuqlanmasini purkash usulidir. Buning uchun suyuqlanmani avtoklavda issiq suv bilan aralashtirib, hosil bo'lgan aralashma kallak (soplo) orqali yuqori bosim ostida purkaladi. Kallakdan chiqishda bosimni pasayishi tufayli aralashmaning harorati keskin pasayib ketadi va qattiq kukunsimon mahsulot ajralib chiqadi. Polimer suyuqlanmasini issiq suv bilan aralashtirish aralashma qovushqoqligini 2-3 marotaba pasaytirish imkonini beradi, polimerning aralashmadagi konsentratsiyasi esa 0,1% dan oshmaydi. Purkash natijasida tomchilarning o'rtacha o'lchami 20-60 mm ni tashkil etganda, polimer kukunlarining o'lchami 2-6 mkm atrofida bo'lishi mumkin. SHuni ham alohida takidlash kerakki, oddiy laboratoriya sharoitida ham polimer kukunlarini olish mumkin. Buning uchun polimerni kimyoviy cho'ktirish usulidan qo'llaniladi. Avvalo, polimer o'z eritgichi tasirida eritiladi. Keyin eritmaga cho'ktiruvchi modda qo'shiladi. Natijada eritmadagi polimer idishning tagiga cho'kadi.

Polimer **eritmasini bug‘lantirish yo‘li bilan** ham kukun olish mumkin. Buning uchun polimer eritmasi bug‘latgichga bosim ostida purkab beriladi. Quyqumlar hosil bo‘lmasligi uchun undagi qalqovgich eritma oqimini arlashtirib beradi.

Polimer eritmasini **sovitish yo‘li bilan** ham kukun hosil qilish mumkin.

SHuni ham alohida takidlash kerakki, polimer eritmasini cho‘ktirish usulidan sanoatda keng qo‘llaniladi. Masalan, PKA eritmasini xlorid kislotasida cho‘ktirib, undan kukun olinadi. Poliamidlarning eritmalarini monomerida cho‘ktirib, PA kukunlari olinadi. YUpqa dispersli kukunlar ishlab chiqarishda (teshikchalarning o‘lchami 250 mkm ni tashkil etgan elaklarda kukun qoldig‘i 5-10 % ni tashkil etganda) cho‘ktirgichni solishtirma sarfining oshib ketishi tufayli, cho‘ktirish jarayonining samaradorligi keskin pasayadi. Mana shu muammoni oldini olish uchun dag‘al dispersli kukunlarni olishda sarflangan cho‘ktirgich sarfiga nisbatan (teshikchalarning o‘lchami 250 mkm tashkil etgan elaklarda kukun qoldig‘i 60-70 % tashkil etganda) cho‘ktirgichning solishtirma sarfi 6 marotaba oshiriladi. Mo‘tadil haroratlarda polimerlarni mexanik usulda maydalash iqtisodiy nuqtai nazardan eng samarali usullardan hisoblanadi. CHunki polimer materiallari qattiqligining kichikligi tufayli kesuvchi pichoqlarning eyilishi uncha sezilarli emas. Bundan tashqari, maydalash jarayoni oddiy xona sharoitida kechishi tufayli katta energiya sarflashda hojat qolmaydi. Maydalash jarayonida o‘lchami 2 mm dan yuqori bo‘lgan yirik donador material hosil bo‘ladi. Mo‘rt polimerlardan (reaktoplastlar guruhiga mansub bo‘lgan penoplast va aminoplastlardan) mexanik usulda zarrachalarning o‘lchami 0,3-2,0 mm ni tashkil etadigan kukunlar olinadi. Epoksid biriktiruvchilar asosida olingan yuqori mo‘rtlikka ega bo‘lgan kompozitsiyalardan o‘lchami 100 mkm dan kichik zarrachalar hosil qilinadi. Mexanik maydalashning o‘ziga xos noziklik tomonlari ham yo‘q emas. Ulardan biri materialni maydalab, kukunga aylantirish jarayonida ishqalanish va yuqori siljish kuchlanishlari ta’sirida katta miqdorda issiqlik ajralib chiqishidir. Mana shu issiqlikni sistemadan chetlatish katta amaliy ahamiyatga ega, chunki polimer material mexanik maydon va issiqlik ta’sirida destruksiya uchrashishi mumkin, ya’ni uning makromolekulalari parchalanishi mumkin. Maydalash jarayonida ajralib chiqqan issiqlikni maydalagichdan sirkulyasiya qilinadigan havo oqimi yordamida chetlashtirish mumkin. Ko‘pgina holatlarda maydalash jarayoni past haroratlarda olib boriladi. Buning uchun material uchun inert hisoblangan gazlardan foydalanadi. Ular maydalash jarayonida sirkulyasiya bo‘lib, ajralib chiqadigan issiqlikni sistemadan chetlashtiradi. Mexanik maydalash usulining o‘ziga xos yana bir noziklik tomoni shundan iboratki, uning yordamida materialni kimyoviy modifikatsiyalash mumkin. Xususan, agar maydalash jarayoni yuqori haroratda olib borilsa, materialning reaksiyaga kirishish

qobiliyati oshishi mumkin. Polimer kukunlarining samaradorligi va qo'llanish yo'nalishlarini aniqlovchi asosiy ko'rsatgichlari quyidagilardan iborat: birinchidan, maydalash jarayonida polimerning yuqori molekulyar massasini saqlash va, ikkinchidan, maqbul fraksion tarkibga erishishdan iborat. Agar polimer material xona haroratida maydalansa, unga kerogen maydalash usuli deb ataladi. Kriogen maydalash jarayonida, odatda, suyuq azotdan foydalaniladi. Suyuq azotning afzallik tomonlari shundaki, birinchidan, u yuqori issiqlik chiqarish koeffitsientiga ega ($\alpha < 4,2 \text{ mj/m}^2 \cdot \text{soat} \cdot \text{grad}$); ikkinchidan, suyuq azot polimer material uchun inert modda hisoblanadi; uchinchidan, suyuq azotning inertligi tufayli polimerning issiqqa oksidlanish destruksiya minimumga etkaziladi; to'rtinchidan, maydalangan zarrachalarni ($-70-100$)⁰C haroratlarda isib ketishiga yo'l qo'ymaydi; beshinchidan, suyuq azot maydalash jarayoni davomida ajralib chiqqan issiqlikni sistemadan chetlashini taminlaydi. Maqbul maydalash rejimida polimer zarrachalari hammasi bo'lib 3-5 soniyada maydalanadi. SHuning uchun ularda mexanokimyoviy destruksiya uncha sezilarli emas. Suyuq azotdan foydalanib poliamid va poliolefinlarni maydalab, kukunga aylantirganda, ularni molekulyar massalari 3-10% ga kamayganligi tajribalarda aniqlangan. Odatda, polimer kukunlari aglomeratlar hosil qiladi, yani o'zaro to'planib qolish qobiliyatiga egalar. Bu esa, polimer kukunlarining fraksion tarkibini tahlil qilish va ularni o'lchamiga qarab, alohida fraksiyalarga ajratishga malum qiyinchiliklar tug'diradi. Polimer kukunlarini elaklar yordamida elash, sedimentatsiya va mikroskopik usullar yordamida ularning fraksion tarkibini aniqlash mumkin. Polimer ishlab chiqarish sanoat korxonalarida xom-ashyolarni maxsus elaklar yordamida elashga katta etibor beriladi, chunki mana shu usul yordamida ularning fraksion tarkibi aniqlanadi. Elaklar titrab turuvchi yoki tebranuvchi moslamalarda vertikal tarzda o'rnatiladi. Elaklardagi teshiklarning o'lchami yuqoridan pastga qarab kichrayib boradi. Elaklar moduli deganda, oldingi elak yacheykasi kengligining kichik elak yacheykasi kengligiga nisbati tushuniladi. SHuni ham eslatib o'tish kerakki, agar polimer material bir xil o'lchamdagi zarrachalardan tarkib topgan bo'lsa, polidispersli material deb ataladi. Odatda, polimerlar polidispersli materiallar hisoblanadi. Maydalash darajasi deganda, material parchalarining maydalashdan oldingi va undan keyingi o'lchamlarning nisbati tushuniladi.

Maydalash 2 xil bo'lishi mumkin.

1. CHiziqli maydalash. CHiziqli maydalash darajasi (i) ni hisoblash uchun material parchalarining maydalashdan oldingi (d_n) va undan keyingi (d_k) gi ko'ndalang kesimlari aniqlanadi va quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$i = \frac{d_h}{d_k}$$

2. Hajmiy maydalash. Hajmiy maydalash darajasi (i) ni hisoblash uchun material parchalarining maydalashdan oldingi (v_n) va undan keyin (v_k) gi hajmlari aniqlanadi va quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$i = \frac{V}{V_k}$$

Polimer va uning tarkibiga kiruvchi barcha komponentlarni quritib meyorlangandan keyin, ularni aralashtirishga kirishiladi.

Aralashtirish - polimer kompozitsiyalarini qayta ishlashga tayyorlash jarayonlarining masuliyatli bosqichi hisoblanadi.

Aralashtirish - bu texnologik jarayon bo'lib, unda birin-ketin komponentlarni qo'shish, ularning xossalarini kerakli tomonga yo'naltirish va kompozitsiyani gommogenlashtirish bosqichidir.

Aralashtirish buyumda material birjinsligi darajasini belgilaydi.

Ko'pgina holatlarda aralashtirish jarayonida material komponentlarini maydalashib ketishi kuzatiladi. Xususan, polimer kukunlarini dag'al dispersli to'ldirgichlar bilan aralashtirilganda, mana shu hodisani kuzatish mumkin. SHuning uchun maydalash va aralashtirish jarayonlari birga amalga oshiriladi.

Aralashtirish quyidagi ikki yo'nalishda amalga oshishi mumkin.

1. Makrodarajada aralashtirish. Agar sochiluvchan qattiq zarrachalar (masalan, polimer kukunlari va to'ldirgich zarrachalari) quruq holatda aralashtirilsa, ular makrodarajada aralashishi mumkin.
2. Mikrodarajada aralashtirish. Komponentlarni suyuqlanmada oquvchan holatda aralashtirganda, ular mikrodarajada aralashishi mumkin.

Aralashtirishdan asosiy maqsad- aralashma birjinslimasligini kamaytirishdan iborat. Aralashtirish natijasida kompozitsiyaning fizik holati o'zgarishi mumkin va u kimyoviy reaksiyalarning kechish sharoitini yaratib berishi mumkin.

Komponentlarning holatiga, olinadigan buyumning qo'llanish sohalari va ularga qo'yiladigan talablarga qarab, quyidagi aralashtirish usullaridan foydalaniladi.

3. Sochiluvchan moddalarni aralashtirish usuli, yani komponentlarni quruq aralashtirish usuli. Bu usul ko'proq polimerlarga pigmentlar berishda, yani ularni pudralashda qo'llaniladi. Bu jarayon ko'proq jo'valarda yoki ekstruderlarda

amalgaga oshiriladi. Ushbu usuldan to'ldirgich va polimer kukun shaklida bo'lganda va ikkilamchi xom-ashyolardan ishlatishda ko'proq qo'llaniladi.

4. Sochiluvchan va suyuq moddalarni aralashtirish usuli. Ushbu usuldan erituvchilarni, plastifikatorlarni, buyatgichlarni va boshqa qo'shilmalarni polimer bilan aralashtirishda qo'llaniladi. Tayyorlangan polimer kompozitsiya pasta holatida bo'ladi. Aralashtirilayotgan massa qayta ishlash qurilmalarining devorlariga yopishib qolmasligi uchun bu jarayon maxsus aralashtirgichlar yordamida amalga oshiriladi. Bundan tashqari, polimer kukunlarini suyuq eritgichlar bilan aralashtirish jarayonlari ham mana shu usulga kiradi.

5. Suyuqliklarni aralashtirish usuli. Ko'pgina holatlarda polimer eritmasi yoki suyuqlanmasini qovushqoqligini pasaytirish maqsadida unga suyuq erituvchilar aralashtirilishi mumkin. Aralashtirish polimerlarning oquvchanlik yoki suyuqlanish haroratidan bir oz yuqoriroq haroratlarda olib boriladi. Natijada suyuqlanmaning qovushqoqligi pasayib, u bir tekis arashaladi. Bu jarayon jo'valarda amalga oshiriladi. Kompozitsiyani yaxshi gomogenlashtirish uchun u bir necha marotaba jo'valar oralig'idan o'tkaziladi. Jo'va valiklari oralig'ini o'zgartirish mumkin. Jo'va valiklarining bir biriga nisbatan aylanish chastotalari (ya'ni, friksiya) inobatga olinadi. Polimer materiali va uning kompozitsiyalarini donador qilish (granulaga aylantirish) jarayoniga, granulalash deyiladi. Granulalash bu materialning sochiluvchan donador mahsulotga aylantirish texnologik jarayonidir. Granulalarning o'lchamlari, odatda, 3-5 mm atrofida bo'ladi. Massaning ortishi granulalardan buyum olish qurilmasining ishlab chiqarish unumdorligini oshiradi.

Polimerni granulaga aylantirish texnologik jarayoni quyidagilardan iborat.

Polimer kukunlari yoki uning kompozitsiyasi tashqaridan elektr qizdirgichlar yordamida isitiladigan silindrga solinadi. Silindr ichida esa aylanuvchi shnek mavjud. Tashqi harorat va ichki ishqalanishlar tufayli ajralib chiqadigan issiqlik ta'sirida material suyuqlanadi (plastikatsiyalanadi) va oquvchan holatga o'tadi. Suyuqlanma shnek yordamida shakllovchi kallak orqali lenta yoki chilvir shaklida uzluksiz siqib chiqariladi. Lenta yoki chilvir sovutiladi va maxsus pichoq bilan kesilib turiladi. Bu jarayon uzluksiz kechadi va natijada granula hosil bo'ladi. Bunday agregatlarga, granulyatorlar deb ataladi. Termoreaktiv polimerlar guruhiga mansub bo'lgan materiallar va ularning kompozitsiyalari, odatda, sochiluvchan bo'ladi. Ulardan bu holatda foydalanish ancha noqulaydir. SHuning uchun sochiluvchan polimer materiallari, dastavval, maxsus avtomatlashtirilgan presslar yordamida zichlanib, tabletka shakliga keltiriladi. Xona haroratida press- kukunlar havodan ozod bo'lgach, malum o'lcham va shaklda jipslashgan massaga aylantiriladi. SHnekli agregatlar yordamida tolasimon press- materiallardan tabletka olish mumkin. Tabletka olishning afzalliklari shundan iboratki, birinchidan, press- kukunlarning sochilib isroflanishini kamaytiradi; ikkinchidan, harorat tasirida tabletkalar tezroq isiydi va issiqlikning atrof-muhitga behuda tarqalishi kamayadi va, uchinchidan, materialni meyorlash jarayonlari

osonlashadi. Eng muhimi- presslash usuli bilan buyum olishning umumiy vaqti (presslash davomiyligi) kamayadi. Hozirgi paytda nafaqat termoreaktiv polimerlar, balki termoplastlar guruhiga mansub bo'lgan ftoroplastlar ham dastavval zichlantirilib, tabletka shakliga keltiriladi. Malumki, termoreaktiv polimerlar guruhiga mansub bo'lgan materiallardan presslash usuli bilan buyum olish texnologik jarayonlari yuqori haroratlar tasirida amalga oshiriladi. Masalan, termoreaktiv polimer materiallaridan vakuumshakllantirish va pnevmoshakllash jarayonlari, polimer varaqalari va pardalarini orientirlash, buyumlarni payvandlash texnologik jarayonlari yuqori haroratlar tasirida kechadi. SHuning uchun material yoki kompozitsiyani dastlabki qizdirib olish plastmassalarni qayta ishlash texnologiyasida muhim amaliy ahamiyatga ega. CHunki shakllanadigan buyumning sifati, qayta ishlash qurilmasining ish unumdorligi tabletkasimon materialning bosim ostida dastlabki qizdirib olinishiga bog'liq. Bosim ostida dastlabki qizdirib olishning mohiyati shundan iboratki, materialda yuqori harorat tasirida kechadigan parchalanishlar (destruksiya) kamayadi va presslash davomiyligi (vaqti) qisqaradi. Agar material bir tekis qizdirilmasa, buyum olishda makromolekulalari har xil orientirlanadi, buyumda ichki qoldiq kuchlanishlar kuchayadi, natijada yorishmalar, mikrodarzlar va tirqishchalar paydo bo'ladi. Bunday hodisalar olinadigan buyumning kelgusida qo'llanish sohalarini cheklab qo'yadi. Bundan tashqari, polimer materiallarining issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsientining pastligi tufayli, ularni pressqoliplarda qotirish jarayonlari qiyinlashadi. Presslash jarayonida esa faqatgina materialning yuzasi (sirti) qiziydi, xolos. SHuning uchun bosim ostida dastlabki qizdirib olish materialning presslash davomiyligi (vaqti) ni kamaytiradi va eng muhimi, buyum sirtida gaz yoki havo bilan to'lgan pufakchalar hosil bo'lmaydi. Polimer materiallarini dastlabki qizdirib olish uchun quritish shkaflaridan foydalaniladi. Ko'pgina hollarda yuqori chastotali toklar va infraqizil nurlar tasirida amalga oshiriladi. Bundan tashqari, quritish shkaflarida tiniq polimer varaqalarni qizdirib olish mumkin, chunki ularni infraqizil nurlar tasirida qizdirish uncha samarali emas. Polimer materialini yuqori chastotali toklar tasirida qizdirish uchun u kondensator plastinkalari orasida joylashtiriladi. Tabletka shaklidagi material erga ulangan kondensatorga joylashtiriladi. Kondensator plas-tinkalari yuqori chastotali tok gegeratoriga ulanganda, plastinkalar orasida elektr maydoni hosil bo'ladi. Elektr maydon kuchlanganligi (**E**) kondensatorga berilgan kuchlanish (**U**) ga to'g'ri proporsional bo'lib, plastinkalar orasidagi masofa (**h**) ga teskari proporsionaldir (**V/m**):

$$E = \frac{U}{h}$$

Polimer materiallarini yuqori chastotali toklar tasirida qizishi ularning kimyoviy tarkibi va tizimiga bog'liqdir. Masalan, qutblanmagan polimerlar guruhiga mansub bo'lgan PE, PP, PS, ftoroplastlar yuqori chastotali elektr maydonida qizimaydi. SHuning uchun ular elektrotexnikada yuqori chastotali tok izalyatorlari sifatida ishlatiladi. Ammo qutblangan polimerlar guruhiga mansub bo'lgan PVX, epoksid va poliefir qatronlari elektr maydoni tasirida tez qiziydi.

Polimerlarni yuqori chastotali toklar tasirida qizishga moyilligini uning dielektrik singdiruvchanligini ϵ va dielektrik isroflar burchagining tangensi $\tan \delta$ ni o'lchash yo'li bilan aniqlash mumkin. Agar ushbu kattalik-larning ko'paytmasi ($\tan \delta \cdot \epsilon$) katta bo'lsa, elektr energiyasi ko'proq issiqlik energiyasiga aylanganidan dalolat beradi. YUqori chastotali qurilmalarning to'la quvvatidan foydalanilganda, termoreaktiv polimer materiallarini qizdirish vaqti 20-30 soniyani tashkil etishi mumkin. Ushbu vaqt davomida qizdirilgan materialning harorati 120-130 °C ga etishi mumkin. Bu esa, reaktoplastlarni qotirish vaqtini 20-30% ga kamaytirish imkonini beradi, dastlabki presslashlar soni qisqaradi, natijada press-qoliplarning eyilishi kamayadi. Ko'pgina polimer materiallari namlikni atmosfera havosi tarkibidan shimib olish qobiliyatiga ega. Suvning molekulalari qutblanganligi tufayli polimerning qutblangan guruhlar bilan vodorod bog'lar hosil qiladi. Namlik, dastavval, materialning sirtida (yuza qatlamida) yig'ilib, vaqt o'tishi bilan diffuziyalanib, uning hajmiga tarqaladi. Sintez qilish yo'li bilan hosil qilinadigan kukunsimon polimerlar tarkibida gaz, bug', suv, eritgich qoldiqlari, emulgator va katalizatorlarning ma'lum miqdori qolib ketishi mumkin. Ular polimer namligini oshirish markazlari qisoblanadi. Bundan tashqari, polimer xom-ashyolarini saqlash omborxonalarida namlik miqdori oshib ketganda yoki kukunsimon va granulalangan polimer materiallari noto'g'ri saqlaganda, ularning namligi me'yoridan oshib ketishi mumkin.

Namlik deganda, polimer massasiga nisbatan erkin namlikning foizlardagi miqdori tushuniladi. Namlikni o'ziga shimib olmaydigan materiallarga, mutlaqo quruq materiallar deb ataladi. Materialning nam havo muhitida namlanish qobiliyatiga, namyutishlik yoki gigroskopiklik deb ataladi.

Suvda ma'lum vaqt davomida (odatda, bir sutkada) va harorat ta'sirida (odatda, 23 ± 2 °C da yoki qaynayotgan suvda) polimerning suv miqdorini shimib olishiga, suv shimilish deyiladi. Odatda, suvshimilish namuna massasiga nisbatan % larda ifodalanadi. Polimer materiali suv shimilishining o'zgarishi harorat va vaqtga bog'liq bo'ladi. Polimerlarning namlikni shimib olish qobiliyatlari ularning tabiatiga, kimyoviy tarkibiga, tizimi va tuzilishiga hamda kogeziya energiyasining zichligiga bog'liqdir. Polimerlarning qutblanganlik darajalari namlikni shimib olish qobiliyatlariga kuchli ta'sir ko'rsatadi. YUqori qutblangan gidrofil polimerlar (PA, PVA, PVX) yuqori nam yutish qobiliyatiga egalar.

Poliamidning barcha turlari (PA-6, PA-66, PA-610, PA-12) atrof-muhit tarkibidan suvni 10% gacha shimib olish qobiliyatiga egalar. Buning sababi shundaki, poliamidlar tarkibida amid guruhlari (SONN) ning miqdori oshganda, ularda muvozanat namlikni miqdori oshib ketadi, chunki bunday guruhlar kuchli qutblangandir. Qutblangan murakkab poliefir guruhlaridan tarkib topgan polimerlar (PK, PETF, PBTF, PMMA, PAR) suvni nisbatan ko'prok shimib olish qobiliyatiga ega. Ammo shimib olingan suvning miqdori poliamidlarnikidan ancha kamdir. Qutbsiz (qutblanmagan) gidrofob materiallar (poliolefinlar (ZPPE, ZYUPE, PP), PS, ftoroplastlar) suvni nihoyatda kam shimib olish qobiliyatiga egalar. Bir xil qutblangan, zichligi katta va kristallanish darajasi yuqori polimerlarning namlikni shimib olish qobiliyatlari kichik bo'ladi.

Polimerlarning namlikni shimib olish qobiliyatlari ularni hosil qilish paytida qo'llanilgan emulgatorlar va katalizatorlarning turlariga va polimer tarkibidagi qoldiqlarining miqdoriga bog'liqdir. Polimerning disperslik darajasi yuqori bo'lganda (zarrachalarining o'lchami kichik bo'lganda), ularda rivojlangan sirtlar (yuzalar) ko'p bo'ladi va namlikni shimib olish qobiliyatlari ham yuqori bo'ladi. Bundan tashqari, polimer kompozitsiyalari tarkibiga kiritiladigan organik yoki anorganik to'ldirgichlar, ularning turlari va miqdori, o'lchamlari, polimer hajmiga taqsimlanishi, fazalararo chegara qatlami, g'ovakligi, ustmolekulyar tuzilmalari, namlikni shimib olish qobiliyatlariga kuchli ta'sir ko'rsatilishi mumkin. Masalan, organik to'ldirgichlar (tabiiy tolalar, lignin, sellyuloza, yog'och uni va b.) bilan to'ldirilgan kompozitsiyalar namlikni ko'proq shimib olish qobiliyatiga egalar. Ularni qayta ishlashdan oldin quritilmasdan kompozitsiya tarkibiga kiritishga tavsiya etilmaydi, chunki ulardan sifatli buyum olish qiyin bo'ladi. SHunday anorganik mineral to'ldirgichlar mavjudki, ular g'ovak tizimga egalar. Namlikni faqatgina polimer emas, balki mana shu g'ovak to'ldirgichlar ham shimib olib, kompozitsiya namligini oshirib yuborishi mumkin. Bunday g'ovak tizimli to'ldirgichlar guruhiga bo'r, kalsit (CaSO_3), tuf, alyumosilikatlar va boshqa toshlardan yanchib olinadigan to'ldirgichlar kiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. «Полимерларни қайта ишлаш технологияси» И.И. Фаттоев, Ф.Б. Ашуров БУХОРО «ДУРДОНА НАШИРЎТИ» 2018, 616 бет
2. Bernhardt E. Pererabotka termoplastichnykh materialov. Per. s angl. M.: Ximiya, 1965, 744s.
3. Mak – Kelvi D. M. Pererabotka polimerov. M. : Ximiya, 1965, 442 s.
4. Torner R. V. Osnovnye protsessy pererabotki polimerov. Teoriya i metody rascheta. M.: Ximiya, 1972, 454s.
5. Kalinchev E. L., Sakovseva M. B. Svoystva i pererabotka termoplastov. Spravochnoe posobie. L. : Ximiya, 1983, 288s.
6. Gul V. E., Akutin M. S. Osnovy pererabotki plastmass. M. : Ximiya, 1985, 400s.
7. Ensiklopediya polimerov. V 3–x tomax. Tom 1. M. : Sov. ensiklopediya, 1972, 1224s. Tom 2, 1974, 1032s, Tom 3, 1977, 1150s.
8. Vinogradov G. V., Malkin A. YA. Reologiya polimerov. M.: Ximiya, 1977, 438s.
9. CHang D.X. Reologiya v protsessax pererabotki polimerov. Per. s angl. Pod red. G.V. Vinogradova i M.L. Fridmana. M.: Ximiya, 1979, 368s.
10. Abramov V.V., Sagalaev G.V. Spravochnik po texnologii izdeliy iz plastmass. M.: Ximiya, 2000, 424s.
11. Pererabotka napolnennykh kompozitsionnykh materialov. Pod red. M.L. Fridmana. M.: NPO “Plastik”, 1982, 187s.
12. Abdurashidov T. Plastmassalarni qayta ishlash texnologiyasi. O`quv qo`llanma. T.: “Musiq”, 2010, 120b.
13. Pererabotka plastmass. Pod red. V.A. Braginskogo. L.: Ximiya, 1985, 296s.
14. Lapshin V. V. Osnovy pererabotki termoplastov litem pod davleniem. M.: Ximiya, 1974, 270s.
15. Fridman M. L. Texnologiya pererabotki kristallicheskix poliolefinov. M.: Ximiya, 1977, 400s.
16. Osnovy pererabotki plastmass. Pod red. V. N. Kulezneva i V. K. Guseva. M.: Ximiya, 1995.
17. Bortnikov V. G. Osnovy texnologii pererabotki plasticheskix mass. L.: Ximiya, 1983, 304s.
18. SHvetsov G. A. i dr. Texnologiya pererabotki plastmass. M.: Ximiya, 1988.
19. Texnika pererabotki plastmass. Pod red. N. I. Basova i V. Broya. M.: Ximiya, 1985, 528s.
20. SHegyshev M. A. , Tylaev B. A. Pnevmo – i vakuum – formovanie. L.: Ximiya, 1975.

21. Kagan D.F., Gul V. E., Samarina L. D. Многослойные и комбинированные пленочные материалы. М.: Химия, 1989.
22. Kim V.S., Skachkov V.V. Dispergирование и смешение в процессах производства и переработки пластмасс. М.: Химия, 1988, 240с.
23. Andrashnikov B.I. Intensifikatsiya protsessov prigotovleniya i pererabotki резиновых смесей. М.:Химия, 1984, 224с.
24. Makarov V.M., Drozdovskiy V.F. Ispolzovanie amortizirovannykh shin i otkhodov proizvodstva резиновых изделий. Л.:Химия,1986, 254с.
25. Быстров G.A., Galperin V.M., Titov B.P. Obezvrejivanie i utilizatsiya otkhodov v proizvodstve plastmass. Л.:Химия, 1982, 264с.
26. SHtarke L. Ispolzovanie promyshlennykh i bytovykh otkhodov plastmass. Pod red. V.A.Braginskogo Л.:Химия, 1987, 176с.
27. Kalinskaya T.V., Dobronevskiy V.F. , Avrutina E.A. Okrashivanie полимерных материалов. Л.:Химия, 1985.
28. Peregud E.A. Sanitarnaya ximiya polimerov. Л.:Химия, 1987, 379с.
29. Fatoev I. I., Mavlyanov H. N. Sanoat ekologiyasi. O'quv qo'llanma. Buxoro. Ziyo – Rizograf, 2006, 168 b.
30. Karabanov P.S., Jixarev A.P., Belgorodskiy V.S. Polimernye materialy dlya detaley niza obuvi. М.:Kolos, 2008, 167с.
31. Film Processing/Edited by Tojitaka Kanai and Gregory A. Campbell.- Munich: Hanser/ Gardner, 2012.-P.436.
32. Knappe, Wenner: Kunststoff-Verarbeitung und Werkzeugbau: ein Überblick/von W.Knappe, A. Lampe und O. Heuel-Munchen: Wien: Hanser,2013, 400p.
33. Stoye D., Freytag V. Kraski, pokrytiya, rastvoriteli. Per. S angl./ Pod red. E.F. Itsko. SPb.: Professiya, 2007. 528 s.
34. Brok T., Groteklaus P., Mishke P. Evropeyskoe rukovodstvo po lakokranochnym materialam i pokrytiyam. Per. S angl./ Pod red. L.N. Mashlyakovskogo. М.: Peynt-Media, 2004. 548 s.
35. YAKovlev A.D. Ximiya i texnologiya lakokrasochnykh pokrytiy. SPb.: Ximizdat, 2008. 448 s.
36. [http : //www.polimech.com/ theory.html](http://www.polimech.com/theory.html).